



**ANÁLISE DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS E PERSPECTIVA PARA O MERCADO  
BRASILEIRO COM ÊNFASE EM GASOLINA C**

Fabício Pereira Botelho

Fernanda Ramos Pereira

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Química da Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: José Eduardo Pessoa de Andrade,  
M.Sc.

Rio de Janeiro  
Novembro de 2020

**ANÁLISE DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS E PERSPECTIVA PARA O MERCADO  
BRASILEIRO COM ÊNFASE EM GASOLINA**

Fabício Pereira Botelho

Fernanda Ramos Pereira

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA DA ESCOLA DE QUÍMICA DA UFRJ, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO QUÍMICO.

Examinado por:

---

José Eduardo Pessoa de Andrade, M.Sc.

---

Luis Eduardo Duque Dutra, PhD.

---

Pedro Rua Rodriguez Rochedo, PhD.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

Novembro de 2020

Botelho, Fabrício Pereira

Pereira, Fernanda Ramos

Análise do mercado de combustíveis e perspectiva para o mercado brasileiro com ênfase em gasolina – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola de Química, 2020.

X, 73 p.: il.: 29,7 cm

Orientador: José Eduardo Pessoa de Andrade

Projeto de Graduação – UFRJ/Escola de Química/Curso de Engenharia Química, 2020.

Referências Bibliográficas: p. 71-73

1. Contexto geral do mercado de petróleo e energia 2. Panorama geral do mercado de combustíveis 3. Análise da demanda de gasolina no Brasil. 4. Considerações finais.

I. De Andrade, José Eduardo Pessoa II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Curso de Engenharia Química III. Análise do mercado de combustíveis e perspectiva para o mercado brasileiro com ênfase em gasolina.

## AGRADECIMENTOS

### FABRÍCIO

Hoje se encerra um dos mais importantes ciclos da minha vida. O curso de Engenharia Química da UFRJ me transformou como profissional, ser humano e, sobretudo, como cidadão brasileiro. Despeço-me da graduação com um enorme sentimento de gratidão por esta instituição que me proporcionou acesso aos melhores professores do país, amigos que levarei por toda minha vida e que me deu a oportunidade de realizar um dos meus sonhos, que foi estudar, mesmo que por pouco tempo, em uma instituição no exterior.

Agradeço, primeiramente, à minha família. Ao meu pai Ismael, por ser meu principal incentivador e por ter me concedido todas as condições para que eu finalizasse o curso com êxito, além de ter sido o principal responsável pela realização do meu sonho de estudar no exterior. À minha mãe Rosa, por ter cuidado de mim e de meu irmão, dedicando-se a vida inteira, conciliando trabalho e a criação dos filhos, a fim de nos educar e nos transformar, principalmente, em seres humanos bons. Ao meu irmão Gabriel, por ser minha principal influência e maior exemplo como ser humano e como engenheiro Sou grato por todos os ensinamentos que apenas um irmão mais velho pode proporcionar.

Agradeço aos amigos que conheci durante esta trajetória na UFRJ, vocês foram essenciais em cada etapa deste percurso árduo e sinuoso. Definitivamente, é impossível sobreviver à graduação sem amigos por perto para cultivar as mais divertidas lembranças e sem os mesmos para dividir as dificuldades. Saibam que cada um de vocês foi essencial para tornar realidade o dia de hoje.

Agradeço aos meus amigos de infância, que conheci na Rua Caiapó no Engenho Novo, local onde fui criado durante a maior parte da minha vida. Desde 2002 foram meus incentivadores, sempre acreditando em mim. Não seria possível aguentar as duras pancadas que recebi na graduação se eu não tivesse a amizade de vocês para me manter feliz e são.

Por último, gostaria de agradecer à Cleo, que foi minha parceira durante grande parte destes 6 anos em que estive na graduação. Sem dúvida foi a pessoa que viu mais de perto todas as minhas dificuldades, meus receios e, em alguns momentos, meus desesperos com algumas etapas do curso. Sem seu apoio eu jamais teria conseguido chegar aonde cheguei. Serei grato eternamente por tudo que fez por mim.

## AGRADECIMENTOS

FERNANDA

A proximidade do fim desta longa e intensa jornada que foi a graduação em engenharia química na UFRJ traz a lembrança de momentos inesquecíveis que vivi durante os últimos 6 anos e aos quais é imprescindível agradecer.

A UFRJ me proporcionou não só uma formação como profissional de excelência, mas também, uma formação pessoal e humana. As pessoas que conheci na universidade abriram meus olhos para uma realidade que até então não fazia parte da minha vida. Uma realidade que devemos lutar todos os dias para transformar. Por isso, é fundamental agradecer, primeiramente, à sociedade brasileira, que custeia nosso ensino público, com a qual devemos assumir um compromisso de retribuição. Espero um dia poder contribuir de forma relevante com a educação brasileira e retribuir o privilégio de estudar em uma das melhores universidades do país, gratuitamente.

Agradeço imensamente à minha família, em especial à minha mãe, meu pai e minha irmã, que viabilizaram minha educação e apoiaram todos os momentos da minha formação pessoal e acadêmica.

Aos amigos que fiz, vocês são, sem dúvidas, os responsáveis pelas melhores lembranças que tenho dessa jornada, as quais guardarei para sempre com muito carinho. Obrigada por terem feito parte da minha construção como profissional e ser humano e pela parceria não só nos momentos mais divertidos, mas também nos momentos mais difíceis.

Serei para sempre grata pela oportunidade que tive de participar do UFRJ Consulting Club, experiência que me mudou por completo e que teve total influência na formação da mulher e profissional que sou hoje.

Por fim, agradeço ao Victor, meu companheiro e melhor amigo, por todo o incentivo, apoio, motivação e inspiração ao longo de todos esses anos. É uma alegria e um privilégio imensurável viver a vida, essa jornada contínua e sem fim de aprendizado e evolução, ao seu lado.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola de Química/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Químico.

## ANÁLISE DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS E PERSPECTIVA PARA O MERCADO BRASILEIRO COM ÊNFASE EM GASOLINA

Fabício Pereira Botelho

Fernanda Ramos Pereira

Novembro/2020

Orientadora: José Eduardo Pessoa de Andrade

Curso: Engenharia Química

Desde o início do século XX, com a consolidação dos motores a combustão, os combustíveis derivados de petróleo, principalmente diesel e gasolina, são amplamente utilizados para acionamento de automóveis. A partir do século XXI, a grande escala da degradação ambiental, causada pela emissão atmosférica de gases gerados no processo de combustão, tem sido pauta em discussões sobre o futuro do mercado de energia e, mais especificamente, de combustíveis. Por isso, nos últimos anos tem-se observado um aumento significativo do esforço e de investimentos em pesquisas para desenvolvimento de novas tecnologias e inovações para esse setor, com o objetivo de encontrar alternativas menos poluidoras e estabelecer um equilíbrio entre consumo e sustentabilidade. Atualmente, junto à tendência de preocupação ambiental, o mercado de combustíveis enfrenta a instabilidade causada pela pandemia do COVID-19, que impactou e ainda está impactando, diretamente não só este mercado, mas toda a economia global. A partir de uma análise do panorama histórico e atual do setor de energia e combustíveis e suas perspectivas, este trabalho pretende apresentar um estudo sobre as tendências do mercado de combustíveis, com foco na projeção da demanda de gasolina, um dos combustíveis mais consumidos no mundo.

Palavras-chave: Energia, Combustíveis, Gasolina, Projeção, Demanda

Abstract of Undergraduate Project presented to the School of Chemistry/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Chemical Engineer.

ANALYSIS OF THE GLOBAL FUEL MARKET AND PERSPECTIVE FOR THE  
BRAZILIAN MARKET WITH A FOCUS ON GASOLINE

Fabício Pereira Botelho

Fernanda Ramos Pereira

November/2020

Advisor: José Eduardo Pessoa de Andrade

Course: Chemical Engineering

Since the beginning of the 20th century, with the consolidation of combustion engines, petroleum-based fuels, mainly diesel and gasoline, have been widely used to drive automobiles. From the 21st century onwards, the large scale of environmental degradation, caused by the atmospheric emission of gases generated in the combustion process, has been the subject of discussions on the future of the energy market and, more specifically, of fuels. Therefore, in recent years there has been a significant increase in effort and investments in research to develop new technologies and innovations for this sector, with the aim of finding less polluting alternatives and establishing a balance between consumption and sustainability. Currently, along with the trend of environmental concern, the fuel market faces the instability caused by the COVID-19 pandemic, which directly impacted and is still impacting not only this market, but the entire global economy. Based on the analysis of the historical and current overview of the energy and fuels sectors and its perspectives, this work intends to present a study of the fuel market trends, focusing on the demand projection for gasoline, one of the most consumed fuels in the world.

Keywords: Energy, Fuels, Gasoline, Projection, Demand

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BP	<i>British Petroleum</i>
EIA	<i>Energy Information Agency</i>
IEA	<i>International Energy Agency</i>
GNV	Gás Natural Veicular
LATAM	Latinoamérica
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
Abraciclo	Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas
PDE	Plano decenal de expansão de energia
COVID	<i>Coronavirus disease</i>
Mtoe	Milhões de toneladas de óleo equivalente
Mt	Milhões de toneladas
Mbpd	Milhões de barris por dia
Kbpd	Milhares de barris por dia

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CONSUMO MUNDIAL HISTÓRICO DE ENERGIA POR FONTE ENERGÉTICA .....	9
FIGURA 2: <i>SHARE</i> GLOBAL DE FONTES DE ENERGIA.....	10
FIGURA 3: CONSUMO DE PETRÓLEO POR REGIÃO .....	11
FIGURA 4: CONSUMO REGIONAL DE ENERGIA POR FONTE ENERGÉTICA .....	12
FIGURA 5: RESERVAS DE PETRÓLEO POR REGIÃO .....	13
FIGURA 6: PRODUÇÃO DE PETRÓLEO POR REGIÃO .....	14
FIGURA 7: EMISSÃO DE CARBONO POR REGIÃO.....	16
FIGURA 8: CONSUMO DE FONTES RENOVÁVEIS POR REGIÃO E POR FONTE .....	17
FIGURA 9: PRODUÇÃO HISTÓRICA DE BIOCOMBUSTÍVEIS POR REGIÃO.....	18
FIGURA 10: <i>SHARE</i> HISTÓRICO DE FONTES RENOVÁVEIS POR REGIÃO.....	19
FIGURA 11: CONSUMO MUNDIAL DE RENOVÁVEIS .....	20
FIGURA 12: PROJEÇÃO DA DEMANDA GLOBAL DE ENERGIA POR FONTE.....	22
FIGURA 13: PROJEÇÃO DA DEMANDA GLOBAL DE ENERGIA POR REGIÃO .....	23
FIGURA 14: PROJEÇÃO “ <i>SHARE</i> ” DAS FONTES DE ENERGIA NO MUNDO.....	24
FIGURA 15: PROJEÇÃO DE INVESTIMENTOS EM ENERGIA POR REGIÃO E TIPO DE FONTE.....	24
FIGURA 16: PROJEÇÃO DE EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO POR REGIÃO E CENÁRIO .....	25
FIGURA 17: PROJEÇÃO DA DEMANDA DE PETRÓLEO POR CENÁRIO.....	27
FIGURA 18: PROJEÇÃO DA DEMANDA DE PETRÓLEO POR CENÁRIO AJUSTADA PÓS COVID-19 .....	28
FIGURA 19: CONSUMO DE ENERGIA POR FONTE NO BRASIL .....	31
FIGURA 20: PARTICIPAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA NO CONSUMO TOTAL BRASILEIRO.....	32
FIGURA 21: VALOR DE RESERVAS DE PETRÓLEO PROVADAS EM TERRITÓRIO BRASILEIRO .....	33
FIGURA 22: PRODUÇÃO HISTÓRICA DE PETRÓLEO NO BRASIL .....	33
FIGURA 23: PRODUÇÃO HISTÓRICA DE ENERGIA ALTERNATIVA NO BRASIL.....	35
FIGURA 24: EMISSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO NO BRASIL .....	36
FIGURA 25: PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA POR FONTE NO BRASIL.....	37
FIGURA 26: PROJEÇÃO DA DEMANDA DE PETRÓLEO NO BRASIL .....	38
FIGURA 27: CONSUMO MUNDIAL HISTÓRICO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO .....	40
FIGURA 28: CONSUMO MUNDIAL DE GASOLINA POR REGIÃO.....	41
FIGURA 29: CONSUMO MUNDIAL DE DIESEL POR REGIÃO.....	42
FIGURA 30: CONSUMO MUNDIAL DE GLP POR REGIÃO .....	42
FIGURA 31: CONSUMO MUNDIAL DE ÓLEO COMBUSTÍVEL POR REGIÃO.....	43
FIGURA 32: CAPACIDADE DE REFINO POR REGIÃO .....	43
FIGURA 33: VENDA DE COMBUSTÍVEIS EM MILHÕES DE BARRIS POR DERIVADOS NO BRASIL.....	46
FIGURA 34: VOLUME DE DERIVADOS REFINADOS POR REFINARIAS BRASILEIRAS .....	47
FIGURA 35: COMPARAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO E A VENDA DE ÓLEO DIESEL NO BRASIL.....	47
FIGURA 36: COMPARAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO E A VENDA DE GASOLINA NO BRASIL .....	48

FIGURA 37: PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL .....	49
FIGURA 38: VENDAS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MUNDO .....	52
FIGURA 39: PARTICIPAÇÃO DE CARROS ELÉTRICOS NA FROTA DE VEÍCULOS POR PAÍSES .....	53
FIGURA 40: PRODUÇÃO HISTÓRICA DE BIOCOMBUSTÍVEIS POR REGIÃO.....	54
FIGURA 41: CONSUMO GLOBAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS .....	54
FIGURA 42: CONSUMO GLOBAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS POR REGIÃO .....	55
FIGURA 43: NÚMERO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL .....	57
FIGURA 44: PRODUÇÃO HISTÓRICA DE BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL.....	59
FIGURA 45: RACIONAL UTILIZADO PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE PROJEÇÃO DE GASOLINA.....	63
FIGURA 46: PRINCIPAIS CÁLCULOS DO MODELO DE PROJEÇÃO DE GASOLINA.....	63
FIGURA 47: PREMISSAS GENÉRICAS DOS MODELOS DE PROJEÇÃO DE GASOLINA .....	65
FIGURA 48: CENÁRIOS DE PROJEÇÃO DA FROTA CIRCULANTE DE VEÍCULOS .....	66
FIGURA 49: CENÁRIOS DE PROJEÇÃO DA FROTA CIRCULANTE DE VEÍCULOS .....	66
FIGURA 50: CENÁRIOS DE PROJEÇÃO FROTA CIRCULANTE DE VEÍCULOS PÓS COVID-19 .....	68
FIGURA 51: CENÁRIOS DE PROJEÇÃO DE DEMANDA DE GASOLINA PÓS COVID-19 .....	68

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	3
1.1.	MOTIVAÇÃO .....	3
1.2.	OBJETIVOS DO PROJETO .....	4
1.2.1.	Gerais .....	4
1.2.2.	Específicos .....	4
1.3.	METODOLOGIA .....	4
1.4.	ESTRUTURA DO PROJETO .....	5
1.5.	LIMITAÇÕES .....	6
2.	CONTEXTO GERAL NO MERCADO DE PETRÓLEO E ENERGIA .....	6
2.1.	PANORAMA GLOBAL DO MERCADO DE PETRÓLEO E ENERGIA .....	6
2.1.1.	Contextualização .....	6
2.1.2.	Consumo global de petróleo e energia .....	8
2.1.2	Oferta e produção de petróleo por região.....	12
2.1.3.	Tendências do mercado de energia global .....	14
2.1.4.	Projeções do consumo de energia e petróleo .....	20
2.2.	PANORAMA NACIONAL DO CONSUMO DE PETRÓLEO .....	28
2.2.1.	Contextualização .....	28
2.2.2.	Mercado nacional de petróleo e energia .....	30
2.2.3.	Tendências e projeção do consumo de petróleo nacional .....	34
3.	PANORAMA GERAL DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS .....	39
3.1.	PANORAMA MUNDIAL DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS .....	39
3.1.1.	Contextualização .....	39
3.1.2.	Consumo histórico global de combustíveis .....	40
3.1.3.	Oferta e produção global de combustíveis .....	43
3.2.	PANORAMA NACIONAL DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS .....	45

3.2.1.	Contextualização .....	45
3.2.2.	Consumo histórico nacional de combustíveis .....	46
3.2.3.	Oferta e produção nacional de combustíveis .....	46
3.3.	TENDÊNCIAS DO MERCADO GLOBAL DE COMBUSTÍVEIS .....	50
3.3.1.	Regulações e metas .....	50
3.3.2.	Penetração de carros híbridos e elétricos .....	51
3.3.3.	Penetração de biocombustíveis .....	53
3.4.	TENDÊNCIAS DO MERCADO NACIONAL DE COMBUSTÍVEIS .....	55
3.4.1.	Regulações ambientais .....	55
3.4.2.	Penetração de carros híbridos e elétricos .....	56
3.4.3.	Penetração de biocombustíveis .....	57
3.4.4.	Penetração de GNV .....	59
4.	ANÁLISE DA DEMANDA DE GASOLINA NO BRASIL .....	60
4.1.	RACIONAL, PRINCIPAIS CÁLCULOS E PREMISSAS DO MODELO ...	61
4.1.1.	Racional geral .....	61
4.1.2.	Principais cálculos .....	62
4.1.3.	Premissas .....	63
4.2.	RESULTADOS DAS PROJEÇÕES DE DEMANDA DE GASOLINA C EM 2030	65
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	69
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. MOTIVAÇÃO

Desde a consolidação, no início do século XX, dos motores a combustão interna no acionamento dos meios de transporte, a gasolina e o diesel compõem a principal utilização dos derivados do petróleo. No século XXI, essa primazia vem sendo contestada pela degradação ambiental causada pela emissão atmosférica dos gases gerados nesses motores. Esforços de pesquisa, desenvolvimento e inovação têm apresentado combustíveis renováveis e outras fontes de energia menos poluidoras como alternativa aos combustíveis de fonte fóssil, visando o estabelecimento de um equilíbrio entre consumo e sustentabilidade.

Apesar dessa crescente preocupação com o desenvolvimento de tecnologias e alternativas que garantam um consumo de energia mais sustentável no futuro, na prática, essa mudança tem sido a passos lentos. Entre 2008 e 2018, o consumo de energias renováveis teve um crescimento médio bastante significativo, 15% ao ano. No entanto, ao final desse período, essa fonte de energia representava somente 10% do consumo total de energia do mundo. Em um aspecto global, as fontes fósseis ainda representam a maior parte do consumo de energia. Em 2018, 82% do consumo de energia foi derivado dessas fontes, sendo 35% referente somente ao consumo de petróleo (BP, 2019). No Brasil, o consumo de petróleo atingiu quase 50% do consumo de energia do país em 2018 (BP, 2019).

Dessa forma, podemos afirmar que vivemos um período de incerteza quanto ao futuro das reais mudanças dos hábitos de consumo de energia. Embora a tecnologia tenha evoluído e oferecido várias soluções já em uso, como o desenvolvimento de carros elétricos, produção de biocombustíveis, energia solar e eólica, permanece em discussão a comparação da evolução dos custos, a serem pagos pelos usuários das diferentes alternativas energéticas, como um dos fatores que definirão as participações nesse mercado. Esses custos dependem da evolução de fatores variáveis que precisarão ser compreendidos, como o preço do petróleo, com forte interferência geopolítica, o nível dos subsídios que os países estarão dispostos a oferecer pelas vantagens ambientais e pela redução dos custos decorrentes dos avanços tecnológicos nos vários elos das cadeias produtivas.

Nesse contexto, a motivação para esse projeto de conclusão de curso surge do desafiador trabalho de entender como mudanças nas tendências globais podem impactar o mercado de combustíveis, com foco na gasolina, e mais especificamente como um país em desenvolvimento e com alta produção na cadeia de combustíveis, como o Brasil, irá responder a essas mudanças.

## 1.2. OBJETIVOS DO PROJETO

### 1.2.1. Gerais

Como objetivo geral, o projeto se propõe a construir uma projeção da demanda por gasolina tipo C no Brasil. Esse estudo será feito com base em uma análise crítica sobre as tendências do mercado de combustíveis, focando em como essas tendências se desdobrarão e poderão impactar na demanda por esse derivado no caso do mercado brasileiro.

### 1.2.2. Específicos

Como objetivos específicos, viabilizadores da construção do objetivo principal apresentado, os autores buscam entender a evolução histórica da matriz energética global e as tendências da indústria de combustíveis no mundo.

A partir desse estudo inicial, pretende-se fazer um paralelo com o mercado nacional, para compreensão plena do estado em que ele se encontra atualmente frente ao mercado global, bem como quais são as mudanças que podem impactá-lo futuramente.

Somente depois desses dois estudos primários será possível cumprir o objetivo geral deste trabalho de entender os desdobramentos dessas mudanças no consumo do derivado gasolina C no Brasil e projetar sua demanda até o ano 2030. Esse combustível foi escolhido como foco do trabalho pelo fato de se tratar do combustível leve mais comercializado no Brasil e por ser o segundo derivado mais vendido, representando por volta de 23% do volume total de produtos derivados do refino do petróleo no Brasil, em 2018 (ANP).

Além disso, os autores se propuseram a realizar uma análise secundária sobre o potencial impacto da pandemia do COVID-19, vivida atualmente, nos cenários de projeção de demanda de gasolina C no Brasil.

## 1.3. METODOLOGIA

O trabalho de conclusão de curso é uma pesquisa aplicada de cunho tanto quantitativo como qualitativo, igualmente relevantes para a construção das considerações finais atingidas. Os autores optaram pelo método de pesquisa exploratória e descritiva de diferentes fontes da literatura para desenvolvimento do entendimento qualitativo do trabalho. Foram feitas também pesquisas quantitativas para identificação de dados e premissas que consolidassem a lógica qualitativa e quantitativa construídas.

Para entendimento da evolução do mercado de energia e perspectivas futuras foram explorados relatórios divulgados por agências respeitadas como *U.S. Energy Information*

*Agency (EIA)*, *International Energy Agency (IEA)* e Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), bem como materiais divulgados por empresas renomadas e de grande importância na indústria de petróleo como a *British Petroleum (BP)*. Para entendimento geral sobre as tendências de atuação de empresas de petróleo buscou-se relatórios de consultorias como *Bain & Company*, além de outros artigos de literatura e revistas especializadas no setor de energia.

Por fim, é importante salientar que os autores trabalharam em relevantes players do setor de combustíveis e utilizaram suas experiências pessoais como base para o desenvolvimento da lógica construída e apresentada. No entanto, nenhum dos dados e informações aqui apresentados é confidencial.

#### 1.4. ESTRUTURA DO PROJETO

Após o capítulo de introdução apresentado, o projeto prossegue no capítulo 2 com uma contextualização, tanto global quanto nacional, do setor de energia como um todo e da indústria de petróleo. Essa seção tem o objetivo de apresentar um panorama histórico e atual do consumo de energia e, mais especificamente, de petróleo, assim como as tendências e cenários de projeção previstos para essa indústria, que servirá de pano de fundo para todo o desenvolvimento posterior.

O capítulo 3 se dedica a entender o mercado global e nacional de combustíveis, passando pelas análises do consumo e da oferta históricos, assim como das possíveis tendências e perspectivas para esse mercado, traçando, também, um paralelo com o momento em que o mercado nacional se encontra frente às mudanças no cenário global. Há um maior detalhamento em tendências como penetração de carros híbridos e elétricos, consumo de etanol e GNV, além de mudanças nas regulações ambientais e como isso pode afetar o consumo de combustíveis fósseis no Brasil.

No capítulo 4, o foco é direcionado ao desenvolvimento do estudo principal do projeto: entender os impactos das tendências estudadas no consumo de gasolina e estimar a demanda deste combustível até 2030 no mercado brasileiro. Por fim, essa seção se dedica também a entender os efeitos causados pela pandemia do COVID-19 no mercado de combustíveis e quais seus impactos diretos na projeção de demanda de gasolina C no curto, médio e longo prazo.

No capítulo 5, as considerações finais e conclusões dos autores são apresentadas e, a partir dos resultados obtidos, os objetivos gerais e específicos a que se propõem o trabalho são revisitados. Além disso, são sugeridos possíveis trabalhos futuros com a finalidade de expandir o desenvolvimento dos temas tratados neste projeto.

## 1.5. LIMITAÇÕES

O trabalho apresenta certa limitação devido à complexidade do setor de energia, petróleo e combustíveis. Apesar de usar parâmetros mais gerais para previsão de demanda da gasolina, existe uma incerteza inerente de outros parâmetros que não se pode prever e que podem influenciar o consumo de petróleo e conseqüentemente derivados, como guerras políticas, desastres naturais, entre outros.

Além disso, as análises foram feitas com base em indicadores e dados disponíveis abertamente, o que restringe, naturalmente, sua profundidade.

## 2. CONTEXTO GERAL NO MERCADO DE PETRÓLEO E ENERGIA

A seguinte seção expõe, primeiramente, o estudo sobre o consumo de petróleo no mundo. Dentro desse tópico é abordado quem são os principais países e regiões consumidores, produtores e quais são as mudanças, em um contexto global, que podem impactar a demanda por petróleo.

Em seguida, a seção prossegue com um olhar para o mercado nacional. Estuda-se também o consumo, oferta e produção históricos. Este capítulo se encerra, então, com uma análise das tendências do mercado brasileiro, observando as possíveis mudanças nas regulações ambientais e penetração de alternativas aos combustíveis de fonte fóssil.

### 2.1. PANORAMA GLOBAL DO MERCADO DE PETRÓLEO E ENERGIA

#### 2.1.1. Contextualização

Acredita-se que o petróleo já tenha sido utilizado por povos no Oriente Médio, Mesopotâmia, Egito e China desde os primórdios da civilização. Entretanto convencionou-se datar o início da indústria petrolífera a partir do ano de 1859, quando uma jazida de petróleo foi descoberta a menos de 100m de profundidade no estado da Pensilvânia nos EUA. Entre 1860 e 1862, com o início do consumo de querosene para fins de iluminação, o petróleo se consolidou como um produto de referência e sua produção passou de 450 mil para 3 milhões de barris.

Pouco tempo depois, com a industrialização consolidada no mundo todo, muitas indústrias passaram a utilizar óleo combustível ao invés de carvão em suas fábricas (devido ao seu maior poder calorífico e facilidade de transporte por se tratar de um líquido), impulsionando, assim, o consumo de petróleo no mundo.

Com o fomento e, conseqüente, avanço da ciência e tecnologia, surgiram processos que foram importantes para a consolidação do petróleo como matéria-prima. No final da década de 1930, foi incorporado o craqueamento catalítico, considerado um dos avanços que contribuiu para a vitória dos EUA na Segunda Guerra Mundial, e que abriu a possibilidade do petróleo ser largamente utilizado com flexibilidade para produção da gama de derivados conhecidos hoje em dia.

Após os conflitos da segunda guerra mundial, a economia foi retomada pouco a pouco, e para a indústria petrolífera não foi diferente. Foram 30 anos de grande prosperidade para o setor. Até 1975, houve um crescimento acentuado no consumo de gasolina, óleo diesel e óleo combustível. Neste mesmo período, foi ampliado, ainda, o aproveitamento da fração nafta, derivado de suma importância para a expansão da indústria petroquímica, principalmente para a produção de plásticos, tintas e vernizes produtos que se tornaram populares.

Apesar da demanda por petróleo ter permanecido crescente na década de 70, a oferta do produto, por sua vez, começou a enfrentar períodos de instabilidade. Por se tratar de um produto finito e dependente de condições geológicas específicas para sua formação, a produção de petróleo mundial é concentrada em poucos países produtores. Isso significa que fatores como as agendas nacionais e disputas geopolíticas podem causar turbulência na disponibilização do petróleo. Pode-se citar diferentes conflitos que impactaram direta ou indiretamente a produção e o preço de petróleo ao longo da história:

- Conflito Árabe-Israelense, iniciado no ano de 1973, conhecido como Guerra do Yom Kippur, no qual os países árabes exportadores de petróleo anunciaram um embargo aos países aliados de Israel causando uma alta no preço do barril de 3 para 12 dólares;
- A revolução iraniana, em 1979. O Irã se transformou em uma república islâmica teocrática e, neste período, as revoltas acabaram impedindo a extração de petróleo no território iraniano, causando uma alta no preço do barril de 12 para quase 40 dólares por barril;
- Em 1986, a Arábia Saudita, principal produtora de petróleo mundial, abandona seu papel como *swing producer*<sup>1</sup>, gerando uma mudança estrutural na indústria e um novo patamar de preço do barril;
- Invasão do Kuwait e Guerra do Golfo em 1991;

---

<sup>1</sup> Produtor que reduz sua quota de produção para amortecer desequilíbrios entre oferta e demanda, evitando queda maior de preço

- Crise asiática, em 1998, na qual sauditas, após retomarem a posição anterior, abandonam novamente o papel de *swing producer* para recuperar participação de mercado à medida que a demanda por petróleo na Ásia despenca;
- Ataque terrorista nos EUA, em 2011 (11 de setembro);
- Crise financeira mundial em 2008;
- Aumento da oferta de petróleo nos EUA, devido ao desenvolvimento da tecnologia de produção de gás a partir do xisto (“*shale gas*”), gerando novamente uma mudança estrutural na indústria, com impacto em novo patamar de preço do barril

Percebe-se, portanto, que as dinâmicas no mercado de petróleo estão sujeitas à influência de naturezas diversas. Estas influências podem ser agrupadas em dois grupos de fatores, definidos pelos autores como:

1. Fatores estruturais: englobam as dinâmicas internas de mercado, como a própria demanda pelo produto, as transformações tecnológicas, crescimento populacional, crescimento econômico, políticas e regulações ambientais, entre outros. Esses fatores geram impactos de mais longo prazo no mercado e ditam as tendências de preço;
2. Fatores de choque: envolvem eventos dificilmente previsíveis que geram, normalmente, grandes variações na dinâmica do mercado em momentos específicos, mas apresentam pouco impacto no longo prazo. Pode-se citar como exemplos guerras, atividades políticas, desastres naturais e pandemias.

Dessa forma, para que seja possível realizar uma projeção concreta da demanda de petróleo e, conseqüentemente, da demanda de gasolina, a qual se propõe a tese, é necessário desconsiderar os fatores de choque, uma vez que seus impactos não podem ser previstos e mensurados, e voltar a construção do exercício de projeção com base nos fatores estruturais desse mercado.

### **2.1.2. Consumo global de petróleo e energia**

Como o petróleo é uma fonte de energia, para analisar sua demanda histórica é necessário avaliar, primeiramente, a demanda por energia no mundo. Para isso, os autores utilizaram como referência o relatório *Global Energy Outlook: 2019 Edition*, da *British Petroleum (BP)*, empresa multinacional do setor de energia, sobretudo de petróleo e gás.

Segundo o estudo apresentado no relatório da BP, o consumo global de energia atingiu 13.867,9 milhões de toneladas de óleo equivalente no ano de 2018. Esse valor representa um aumento de 2,9% em relação ao último ano e é o maior desde 2010.

**Consumo mundial de energia por fonte**  
(Milhões de toneladas de óleo equivalente)

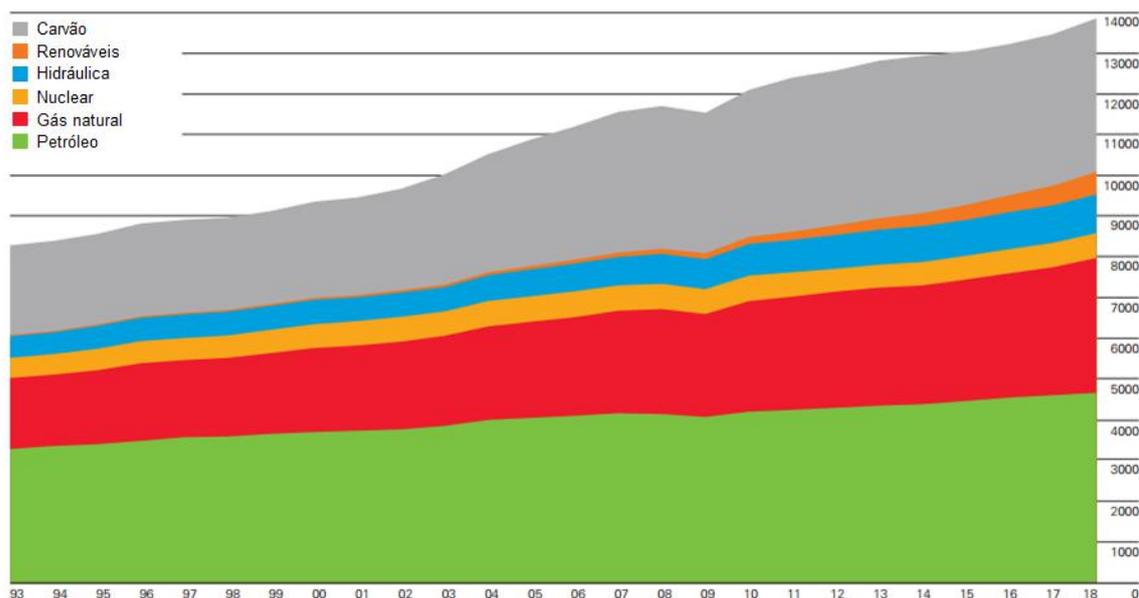


Figura 1: Consumo mundial histórico de energia por fonte energética  
Fonte: *Global Energy Outlook: 2019 Edition* – BP

As fontes de energia de origem fóssil (petróleo, carvão e gás natural) ainda representam cerca de 82% do consumo global. Dentre essas, o petróleo é a que possui maior consumo até hoje, representando, em 2018, por volta de 35% do consumo global de energia. Mesmo com o aumento da utilização de outras fontes de energia nos últimos anos, como o gás natural e fontes renováveis, o consumo de petróleo continua crescendo de maneira robusta numa média de 1,2% ao ano, versus um crescimento médio de 1,5% ao ano da demanda de energia global, nos últimos 10 anos.

**Share de fontes energéticas no consumo global (%)**

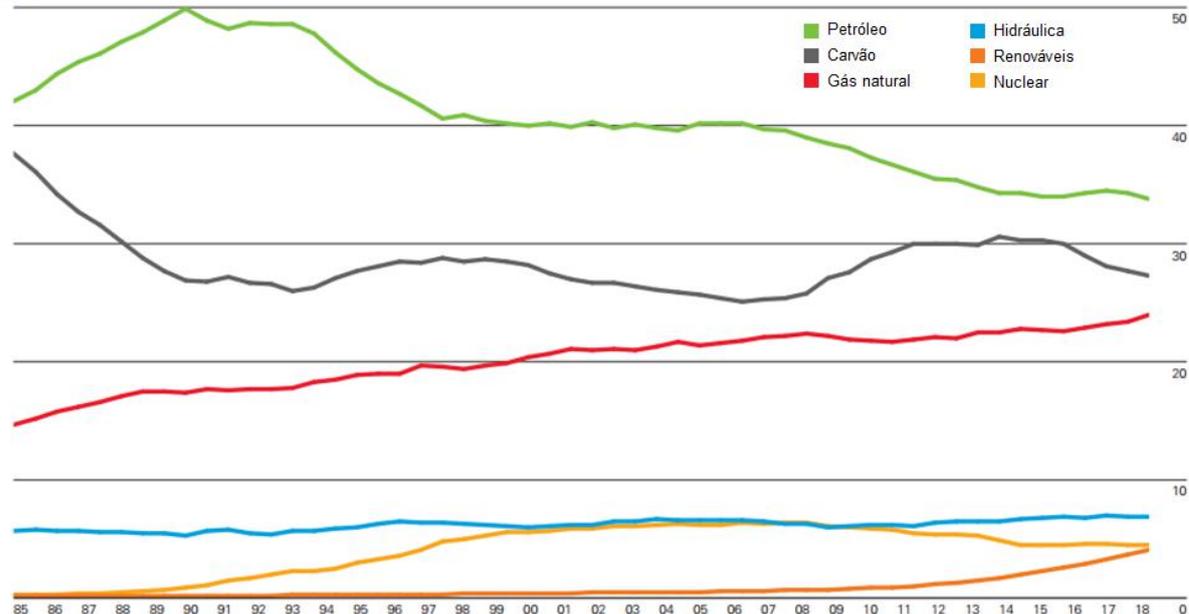


Figura 2: *Share* global de fontes de energia  
 Fonte: *Global Energy Outlook: 2019 Edition* – BP

Após apresentar uma visão da demanda de petróleo como um todo, a nível global, pode-se aprofundar essa análise a partir da distribuição do consumo de energia por região, de forma a entender quais são as regiões que mais contribuem para o crescimento apresentado anteriormente.

Ao analisar a variação do consumo de petróleo por região ao longo do tempo, como mostra o gráfico abaixo, pode-se perceber que as regiões com maior consumo histórico são América do Norte e Ásia, representando, aproximadamente, 60% do consumo mundial em 2018. Dentro dessas regiões, os países que mais se destacam são os Estados Unidos, com 19,7% do consumo global em 2018, seguido da China com 13,8% e Índia com 5,1%.

A Ásia foi a região que mais contribuiu para o aumento da demanda por petróleo global nos últimos 10 anos, com crescimento médio de 2,9% ao ano. Em seguida vêm as regiões do Oriente Médio e África, ambas com crescimento médio de 2,7% ao ano.

Por outro lado, a Europa é a região com maior decréscimo no consumo de petróleo, com taxa média de -0,8% ao ano. Apesar de ser tratar da região com maior demanda de óleo, o crescimento médio do consumo na América do Norte tem sido negativo, atingindo uma taxa média de -0,3% ao ano, de 2007 a 2017. Esse decaimento é atribuído, principalmente ao México, com queda de 1% ao ano, nesse período, seguido dos EUA com decréscimo de

0,4%. Em termos absolutos, a queda dos EUA é mais relevante e se deu, principalmente, por conta da maior produção de gás a partir do xisto.

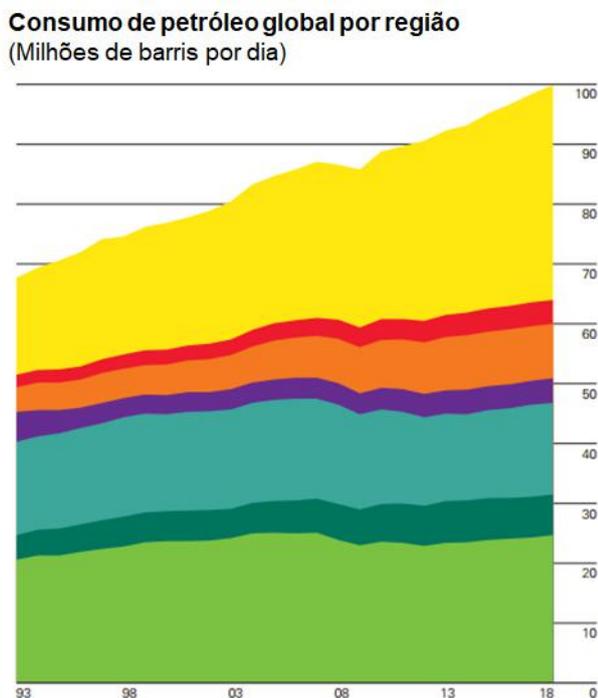


Figura 3: Consumo de petróleo por região  
Fonte: *Global Energy Outlook: 2019 Edition* - BP

Ao analisar o consumo de cada região por fonte de energia, como mostra a figura 4, pode-se perceber que o petróleo é a fonte de energia dominante na África, Europa e Américas, enquanto o gás natural apresenta maior penetração nas regiões do Oriente Médio e Rússia e o carvão na Ásia, representando quase 50% do consumo energético dessa região. A Europa é a região com maior variação do mix de energia, com menor dependência de uma única fonte e com maior utilização de fontes de energia renováveis.

**Consumo regional por fonte energética - 2018**  
(%)

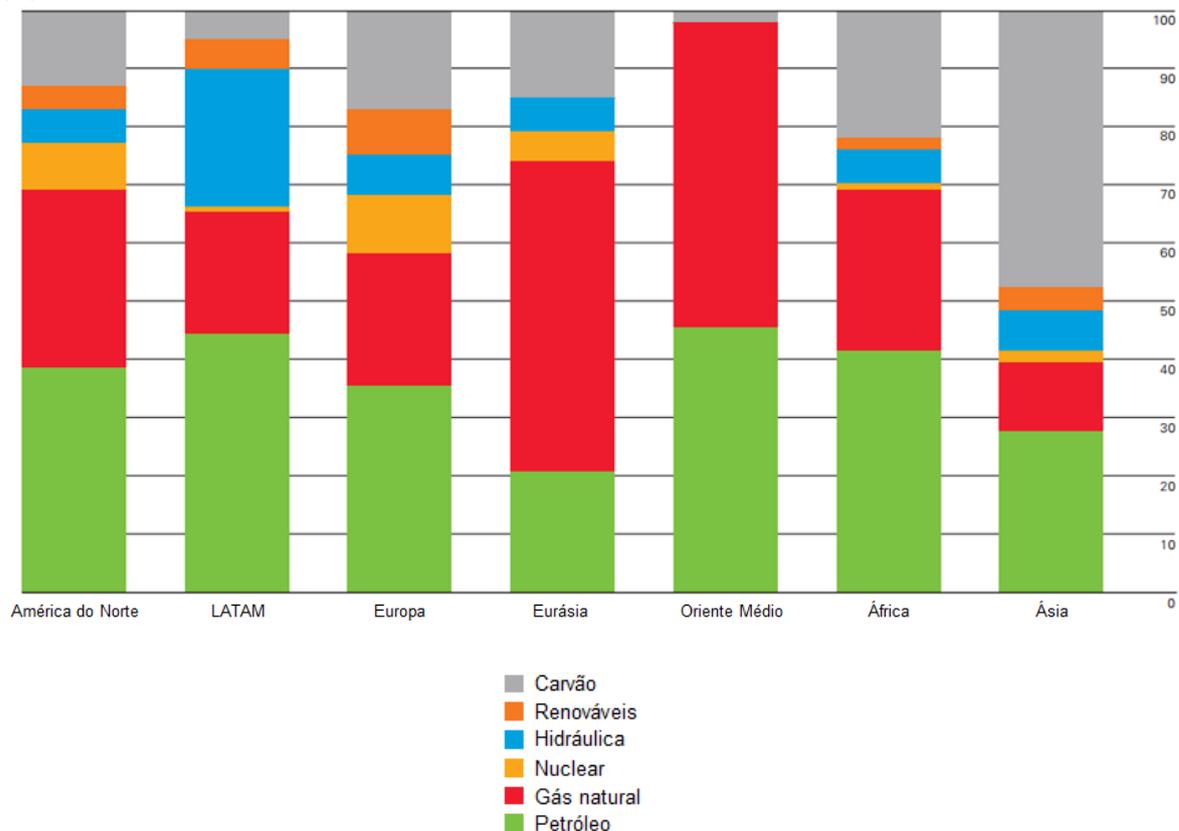


Figura 4: Consumo regional de energia por fonte energética  
Fonte: Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP

### 2.1.2 Oferta e produção de petróleo por região

Como o petróleo é um recurso finito, devido às condições ambientais específicas e ao longo tempo necessário para sua formação geológica, sua oferta é sustentada pela descoberta de novas reservas. Além de possuir condições específicas para formação, as reservas de petróleo se encontram concentradas em alguns poucos países. Quase 81% das reservas mundiais se encontram nas regiões da América Latina, Oriente Médio e América do Norte, sendo 17,5% presente na Venezuela, 17,2% na Arábia Saudita e 9,7% no Canadá.

Além disso, existe uma grande dificuldade em estimar todo o petróleo disponível no mundo e quanto dele pode ser efetivamente extraído. Entre 1998 e 2018, por exemplo, houve um aumento de aproximadamente 52% das reservas de petróleo provadas<sup>2</sup>, totalizando 1.730 bilhões de barris (BP, 2019).

<sup>2</sup> Reservas com certo grau de confirmação geológica e com condições econômicas e operacionais de exploração

**Distribuição de reservas provadas em 1998, 2008 e 2018**  
(%)

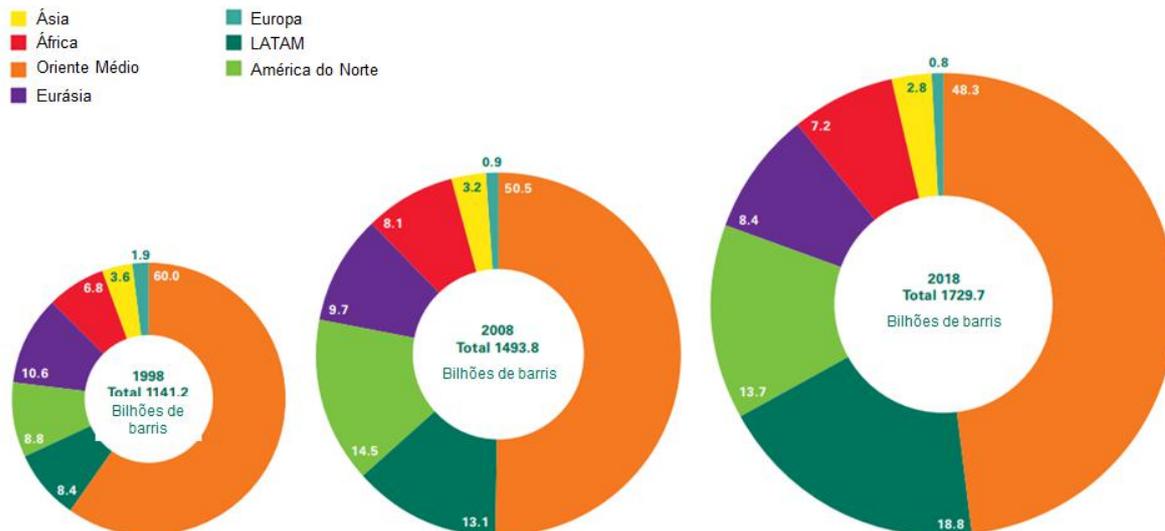


Figura 5: Reservas de petróleo por região  
Fonte: Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP

Naturalmente, pela contribuição positiva na geração de riqueza para suas respectivas economias, as regiões que possuem maior quantidade de reservas tendem a ser as maiores produtoras de petróleo. Em 2018, o Oriente Médio e a América do Norte representaram juntos por volta de 62% da produção mundial. Em 2018, houve um aumento na produção mundial de 2,2 bilhões de barris por dia, atingindo um total de 95 milhões de barris por dia. Esse crescimento foi concentrado nos Estados Unidos (2,2 milhões de barris por dia), Canadá (410 mil barris por dia) e Arábia Saudita (390 mil barris por dia).

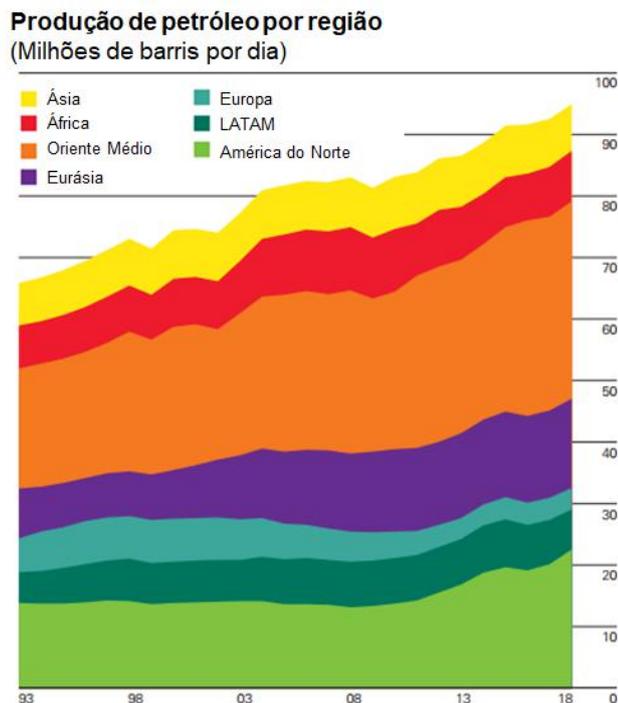


Figura 6: Produção de petróleo por região  
Fonte: Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP

### 2.1.3. Tendências do mercado de energia global

Nas seções anteriores discutiu-se sobre as variações históricas de demanda e oferta de petróleo no mundo. Para posteriormente elaborar a projeção do consumo de gasolina no Brasil, a que se propõe o trabalho, esta seção se dedica antes a apresentar projeções do consumo global de petróleo e energia como um todo. Para melhor compreensão das premissas que baseiam tais previsões, apresenta-se primeiramente três das principais tendências que podem influenciar a demanda futura de óleo: regulações impostas sobre a emissão de carbono e gases efeito estufa, aumento de eficiência energética e a crescente penetração de energias alternativas.

#### 2.1.3.1. Principais tendências

A preocupação com a preservação ambiental tem se tornado um tema cada vez mais recorrente nas discussões sobre consumo energético. Atualmente, a sociedade enfrenta um desafio dual: continuar provendo energia acessível para a população, que continua crescendo, e conter as mudanças climáticas, causadas pelo aquecimento global. Nesse contexto, com o objetivo de manter um equilíbrio entre essas duas demandas, tem-se observado algumas

mudanças no comportamento do consumo energético global, principalmente em relação às regulações de emissão de gases poluentes e ao consumo de fontes alternativas de energia.

### **2.1.3.2. Regulações e emissão de carbono**

Em 1997, com o objetivo de reduzir o aquecimento global por meio da diminuição da emissão de gases poluentes, foi aprovado no Japão o chamado Protocolo de Kyoto. Envolvendo 55 países, que juntos representavam 55% da emissão de gases efeito estufa do mundo, esse protocolo propôs uma redução de pelo menos 5,2% do volume emitido por cada país em 1990 até 2012. Posteriormente, em 2015, na Convenção das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, realizada em Paris, foram acordadas, por 193 países, medidas para contenção da mudança climática global. O objetivo principal do chamado Acordo de Paris é, também, conter a emissão de gases efeito estufa até 2020, reduzindo a temperatura mundial em 2 °C.

Pode-se citar também algumas medidas específicas de alguns países, como o plano de ação da China, decretado em julho de 2018, para controlar a poluição do ar, os planos de regulação de consumo de combustíveis (*Corporate Average Fuel Economy*) e de regulação de emissão de carbono (*Affordable Clean Energy Rule*) dos Estados Unidos, o novo plano básico de energia do Japão, com o objetivo de produção de energia sustentável e redução de emissão de carbono em 26% até 2030 e as políticas da União Europeia de redução da emissão de carbono em 40% e aumento da penetração de renováveis para 32% até 2030.

No entanto, apesar do aumento do número de medidas voltadas para uma produção e consumo mais sustentáveis e redução da emissão de gases poluentes, ainda pode-se observar um crescimento da emissão de carbono. Em 2018, o volume de carbono emitido aumentou 2%, o crescimento mais rápido em 7 anos. A região que mais contribuiu para esse crescimento foi a da Ásia, representando cerca de 50% da emissão mundial, sendo a China e Índia os países com maior emissão, 9.428,7 e 2.379,1 milhões de toneladas de dióxido de carbono, respectivamente.

**Emissão de CO2 histórica por região**  
(Milhões de toneladas de dióxido de carbono)

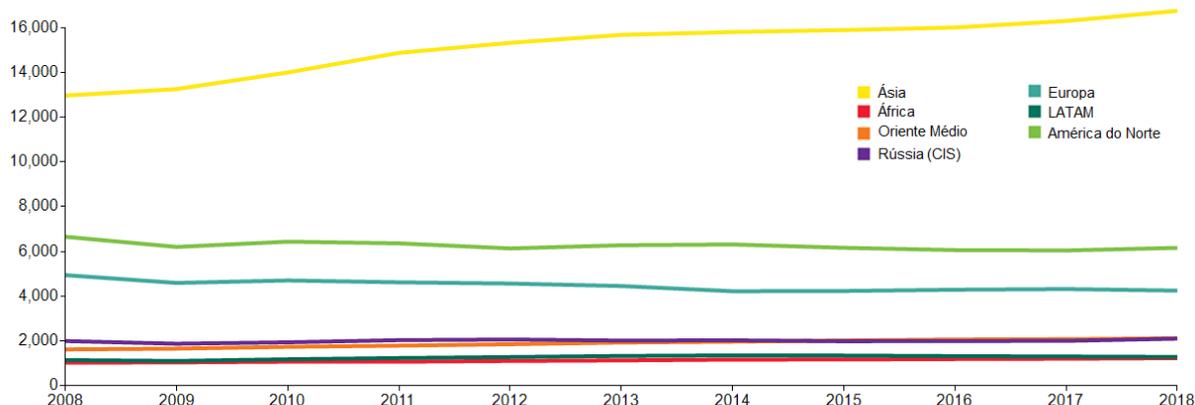


Figura 7: Emissão de carbono por região  
Fonte: Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP

Além das regulações estabelecidas para propiciar maior controle da emissão de gases poluentes, foram criadas também metas sobre ganhos de eficiência energética. Em 2015, foi estabelecida a Agenda para Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, com 17 metas para serem atingidas até 2030 pelas 169 nações envolvidas. Dentre as 17 metas, está incluído o objetivo de dobrar a taxa de eficiência energética global, além de aumentar a participação de fontes de energia renovável no consumo global.

A intensidade energética global, definida como a razão entre a oferta de energia primária e o PIB (Produto Interno Bruto), é o indicador usado para medir o progresso em termos de eficiência energética. O objetivo inicial estabelecido pela Agenda foi de uma redução anual de 2,6% deste indicador até 2030, no entanto, até 2017 a redução havia sido de somente 1,7%. Essa queda significa que, para que seja possível atingir o valor desejado em 2030, a redução média anual deve ser de 2,7%.

Esse desalinhamento entre os objetivos estabelecidos pelas medidas regulatórias e a incapacidade de atingir os patamares desejados, tanto para redução de emissão de gases poluentes como para o ganho de eficiência, gera uma incerteza sobre o real impacto dessas regulações no mercado de energia e consequentemente no consumo de petróleo.

### 2.1.3.3. Consumo de renováveis

Apresentadas as tendências referentes à regulação e suas implicações, volta-se agora a outra tendência extremamente relevante para projeção do consumo futuro de petróleo: o aumento do consumo de energias renováveis.

Como já mencionado anteriormente, o consumo global de energia apresentou um aumento de 2,9% em 2018. Esse aumento foi impulsionado, principalmente, pelo aumento da demanda por gás natural (representando 43% do crescimento global) e fontes renováveis de energia (18% do crescimento total). Em 2018, o consumo de fontes renováveis teve um aumento de 14,5% em relação ao ano anterior. Dentre elas, a energia eólica teve maior participação, representando por volta de 50%, enquanto a energia solar teve uma participação de 24% (BP, 2019).

Em relação às regiões, as que mais vêm contribuindo para o aumento de penetração das fontes renováveis no mundo são Ásia, Europa e América do Norte, representando, respectivamente, 40,2%, 30,7% e 21,4% do consumo global em 2018. A China foi o país com maior consumo em 2018 com 25,6% do consumo mundial de energias renováveis, seguida dos Estados Unidos com 18,5%.

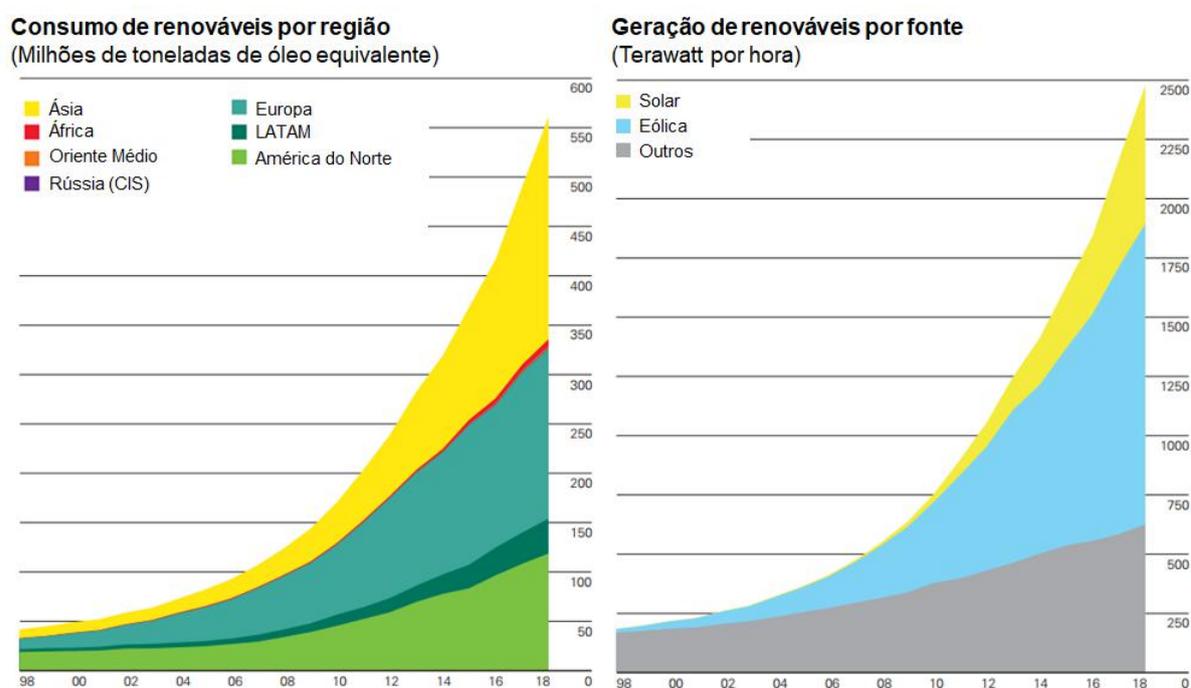


Figura 8: Consumo de fontes renováveis por região e por fonte  
Fonte: Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP  
Nota: Em “outros” inclui-se fontes como biomassa e geotérmica.

Além das energias eólica e solar, tem-se observado também o aumento da produção de biocombustíveis (9,7% em 2018, maior crescimento em 10 anos), principalmente nas regiões das Américas e Europa, sendo os Estados Unidos o maior produtor, representando 40% da produção mundial. No último ano, a produção de etanol chegou a 60,4 milhões de toneladas equivalentes, sendo 56% dessa produção fornecida pela América do Norte. A produção de biodiesel alcançou 34,9 milhões de toneladas equivalentes, sendo a Europa a maior região produtora, representando 37% da produção global.

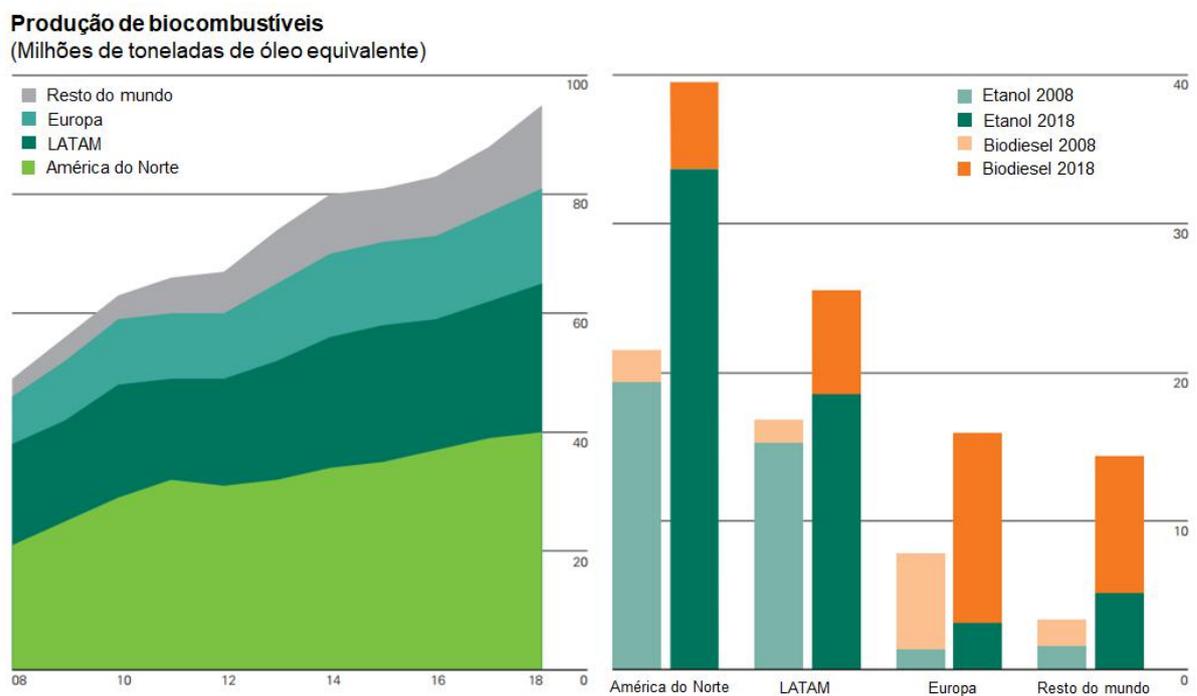


Figura 9: Produção histórica de biocombustíveis por região  
Fonte: Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP

Para que seja possível entender, de fato, a solidez do consumo de renováveis no mundo é preciso não só analisar o aumento do consumo de forma absoluta, mas também entender sua representatividade frente ao consumo total de energia no mundo. A nível global, a participação do total das renováveis evoluiu de 1,4% para 9,4% entre 1998 e 2018. Esse crescimento é significativo, embora ainda haja um forte desafio para a continuidade dessa expansão. É provável que a redução do custo comparativo dessas energias venha a ser um fator relevante para acelerar sua expansão.

A figura abaixo mostra a variação do "share", ou participação, de energias renováveis em relação ao consumo total por cada região. Ao analisá-la, pode-se perceber um movimento global de introdução dessa fonte no "mix" de energia consumida.

A Europa é a região precursora desse movimento, apresentando, em 2018, um "share" de quase 20%. As regiões da América Central e América do Sul vêm em seguida, com o consumo de renováveis representando 12% do consumo total de energia. A América do Norte e Ásia, apesar de terem apresentado alto consumo relativo (segundo a figura X, mostrada anteriormente) em 2018, ainda possuem um "share" de aproximadamente 10%, próximo à média global.

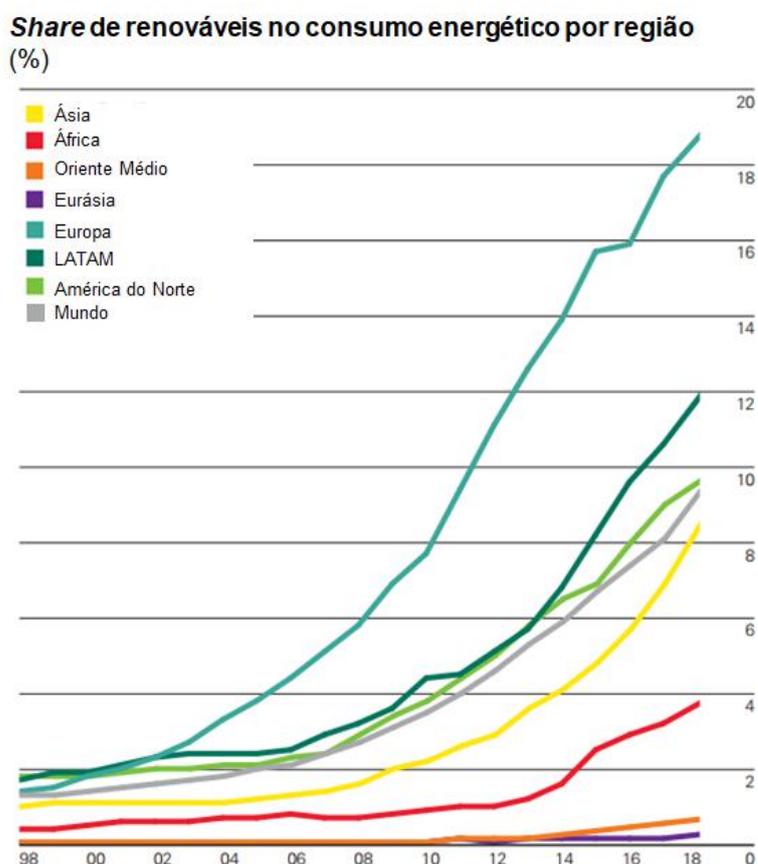


Figura 10: *Share* histórico de fontes renováveis por região  
Fonte: Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP

Um outro fator relevante para a análise da penetração das fontes alternativas diz respeito à diferença histórica entre os valores projetados de cenários energéticos e os valores reais de consumo verificados, como mostra a seguir. Essa variação significativa e recorrente entre projeções e consumo efetivo pode indicar uma penetração ainda maior das fontes renováveis para os próximos anos. Dessa forma, como o consumo de fontes alternativas pode afetar

diretamente o consumo de petróleo, torna-se pertinente analisar diferentes cenários para esse mercado, considerando diferentes condições de contorno.

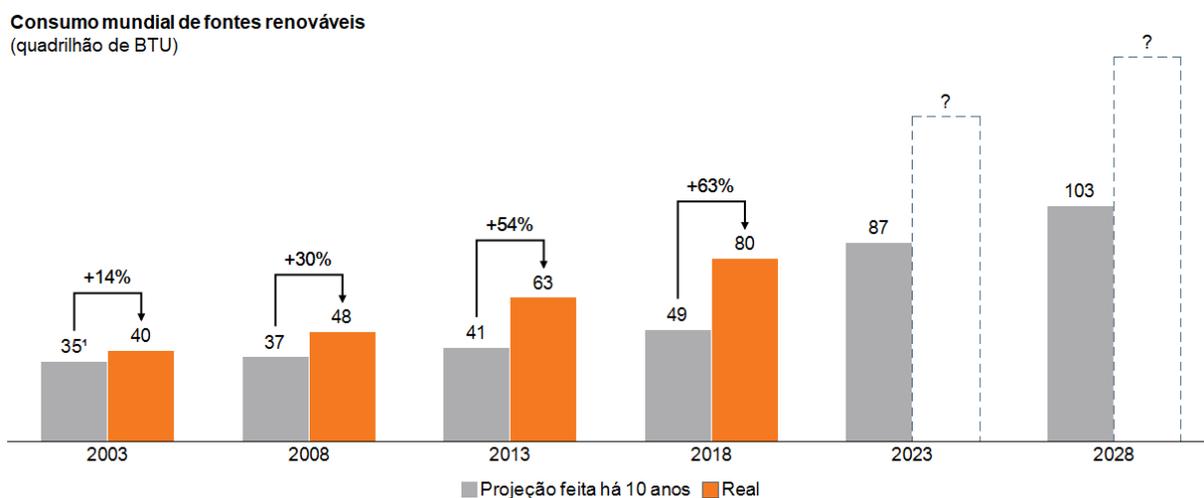


Figura 11: Consumo mundial de renováveis

Fonte: Elaboração própria com dados da *International Energy Outlook - EIA* (1993, 1998, 2003, 2008, 2013, 2018)

## 2.1.4. Projeções do consumo de energia e petróleo

### 2.1.4.1. Projeção do consumo de energia

Apresentadas as tendências referentes ao consumo de energias renováveis, regulações de gases efeito estufa e eficiência energética, volta-se a discussão agora para as projeções do consumo de energia no mundo.

A permanente incerteza atribuída a efetivação dessas tendências discutidas nas subseções anteriores, torna conveniente a análise das projeções do setor de energia e demanda de petróleo pela ótica de diferentes cenários. Para realizar tal análise, utilizou-se como base o relatório da *World Energy Outlook, 2018* da IEA (*International Energy Agency*) que avalia mudanças do setor de energia e petróleo considerando 3 possíveis cenários com diferentes premissas a respeito da intensidade de mudanças políticas, tecnológicas e comportamentais que impactam a demanda por energia, como o crescimento da economia e população mundial, a regulação das emissões de gás carbônico, e os ganhos de eficiência energética para as diferentes fontes de energia. A maior diferença entre as premissas dos 3 cenários está nas políticas ambientais consideradas:

- O primeiro cenário, chamado de “*Current Policies*” ou políticas atuais, considera o impacto das medidas que foram oficializadas até metade do ano de 2018. Além disso, quando a política prevê um intervalo de metas, assume-se como referência, o limite inferior da meta. Nesse sentido, esse cenário constrói uma visão otimista na ótica do mercado de combustíveis, considerando que ocorrerão mudanças menos drásticas no *mix* de produtos e uma maior demanda por combustíveis fósseis.
- O segundo cenário é chamado de “*New Policies*”, ou novas políticas. Este é considerado o cenário central do relatório e tem o objetivo de prover um senso de direção para o setor de energia, guiado pelas novas políticas estabelecidas e planejadas recentemente, além das que já foram estabelecidas oficialmente. Algumas das políticas consideradas nesse cenário são: Tratado de Paris; meta da União Europeia para energia renovável e ganhos de eficiência até 2030; pronunciamento da China, em junho de 2018, sobre plano de ações para limpeza do ar até 2021; plano básico de energia do Japão; o oitavo plano de eletricidade da Coreia, além das políticas economia do consumo de combustíveis e acesso à energia limpa dos Estados Unidos.
- O terceiro cenário, chamado de “*Sustainable Development*”, ou desenvolvimento sustentável, diferente dos outros cenários, usa como base as metas que devem ser atingidas segundo os Objetivos das Nações Unidas para Desenvolvimento Sustentável (*Sustainable Development Goals of the United Nations*) e depois, estabelece a combinação de ações necessárias para atingi-las. As metas são: acesso universal, confiável e moderno de energia até 2030; redução substancial na poluição do ar e ações efetivas para combate do aquecimento global. Além disso, é totalmente alinhado com os objetivos do Tratado de Paris, que visa conter o aumento da temperatura média global abaixo de 2 graus, em relação ao nível pré-industrial. Este cenário constrói uma visão mais pessimista na ótica do mercado de combustíveis, considerando que ocorrerão mudanças drásticas no *mix* de produtos, com alta penetração de renováveis e queda mais agressiva na demanda por combustíveis fósseis.

Apesar dos diferentes possíveis resultados, em todos os contextos avaliados há dois pontos em comum:

- O petróleo continuará tendo uma participação muito importante na matriz energética mundial em 2040, com um consumo diário entre 3.400 e 4.800 milhões de toneladas

de óleo equivalente (Mtoe) frente a um consumo em 2017 de 4.435 milhões de toneladas de óleo equivalente.

- As fontes de energia alternativas e renováveis terão uma participação cada vez mais relevante na matriz energética mundial, com consumo diário entre 3.200 e 4.200 milhões de toneladas equivalentes (Mtoe), frente a um consumo em 2018 de aproximadamente 1.992 Mtoe.

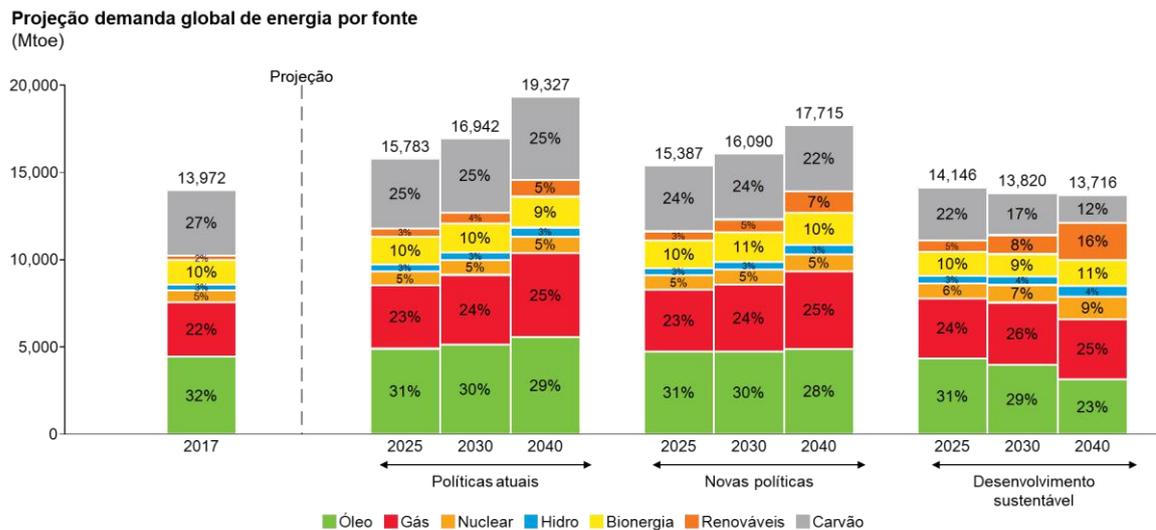


Figura 12: Projeção da demanda global de energia por fonte

Fonte: Elaboração própria com dados da *World Energy Outlook: 2018 Edition* - IEA

A demanda por energia continuará aumentando para os cenários de políticas atuais e novas políticas, com crescimento entre 2017 e 2040 de 37% e 26%, respectivamente. Para o cenário de desenvolvimento sustentável, a previsão é de crescimento do consumo de energia até 2025 e de uma pequena redução a partir desse ano, se mantendo basicamente igual à demanda atual.

Independente do cenário, a tendência de aumento do consumo de energia para todas as fontes é causada, principalmente, pelo crescimento na região da Ásia, destacando a Índia e a China, com aumento de 800 e aproximadamente 1000 milhões de toneladas equivalentes (Mtoe) no consumo energético entre 2017 e 2040, considerando o cenário base (novas políticas). Tal projeção de crescimento do consumo de energia por parte da região asiática considera que haverá um aumento do acesso à energia, crescimento populacional e menor ganho de eficiência energética em comparação a outras regiões, proporcionando um aumento de aproximadamente 60% do consumo de energia em relação à 2017 no cenário base. Para outras regiões, as previsões de demanda por energia em 2040 no cenário base são:

- América do Norte: permanece em linha com a de 2017 com crescimento de 2%,
- Europa: queda de 13%
- América latina: crescimento menos acelerado que outras economias emergentes de aproximadamente 40%,
- África e Oriente médio: crescimento acelerado de 60%
- Eurásia: crescimento moderado, por volta de 10%.

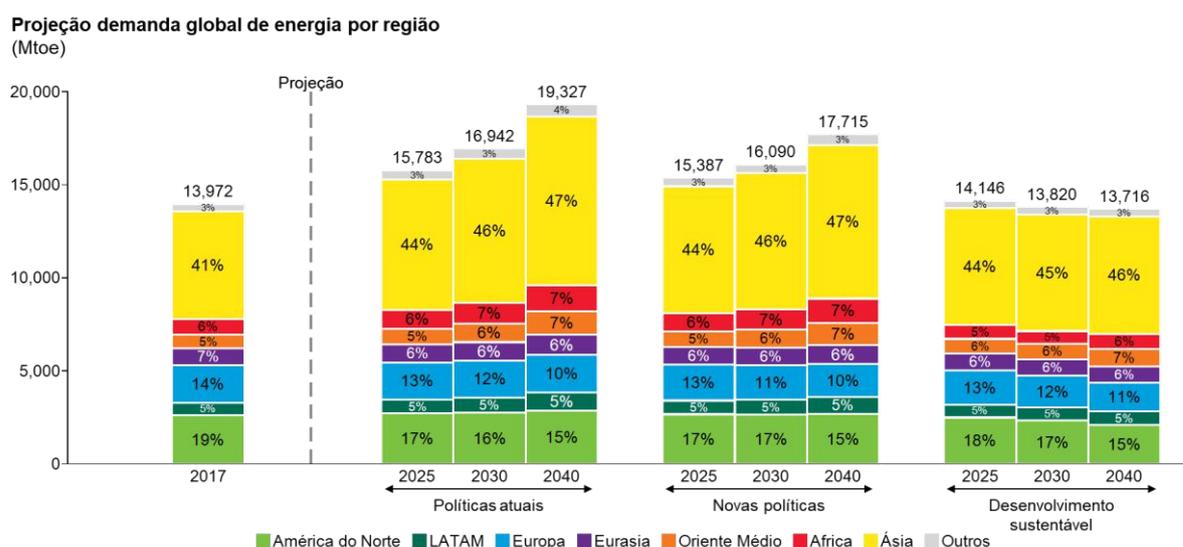


Figura 13: Projeção da demanda global de energia por região  
 Fonte: Elaboração própria com dados da *World Energy Outlook: 2018 Edition* - IEA

De forma geral, todas as projeções descrevem a permanência das fontes fósseis de energia como principal fonte de consumo de energia global, representando entre 59% e 78% do consumo de energia mundial. No entanto, há, também para todos os cenários, um aumento na participação das fontes de energias renováveis e mais limpas, variando de 17% a 31%, quando somadas as fontes de energia renováveis, bioenergia e hidroenergia. Isso representa um aumento de até 16 pontos percentuais do “share” dessas fontes no consumo de energia global, quando comparado com os valores de 2017.

**Projeção share de fontes de energia – Mundo**  
(%)

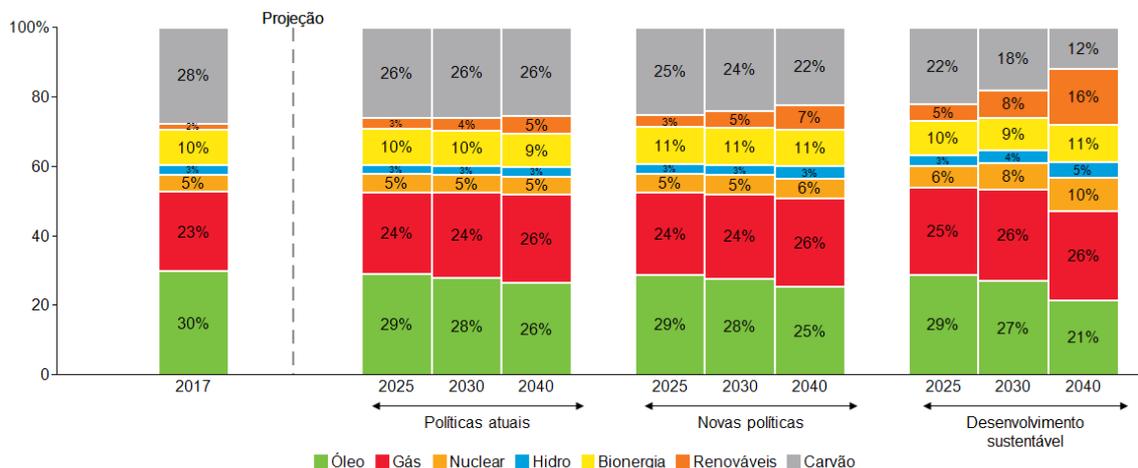


Figura 14: Projeção “share” das fontes de energia no mundo  
Fonte: Elaboração própria com dados da *World Energy Outlook: 2018 Edition* - IEA

Além disso, ao analisarmos os investimentos em energia, as fontes alternativas são as que possuem a maior projeção de investimento acumulado em todas as regiões, para todos os cenários, considerando o intervalo entre 2018 e 2040. Para conseguir atender seu aumento na demanda energética, a Ásia é a região com maior projeção de investimento em energia, totalizando entre 5.600 e 8.300 bilhões de dólares, sendo, aproximadamente, 70% desse investimento destinado às energias renováveis.

**Projeção de investimentos em energia acumulados de 2018 a 2040**  
(US\$B)

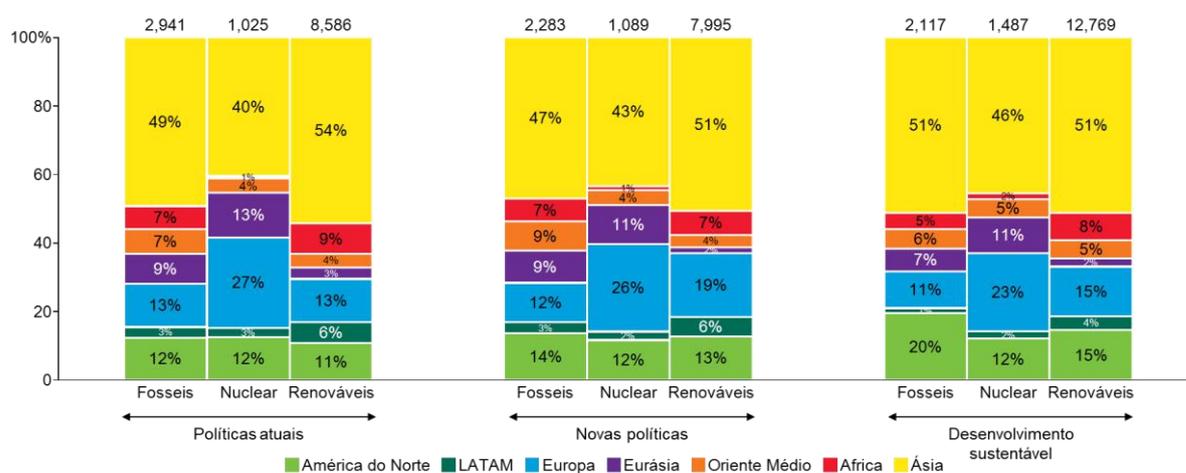


Figura 15: Projeção de investimentos em energia por região e tipo de fonte  
Fonte: Elaboração própria com dados da *World Energy Outlook: 2018 Edition* - IEA

Apesar da expectativa de aumento da penetração em energias de fontes alternativas e de investimentos em tecnologias de energia mais limpa, a emissão de gases poluentes não atingirá, segundo os cenários de projeção estudados, os valores almejados pelas políticas e regulações estabelecidas, mencionadas anteriormente. No cenário de novas políticas, a emissão de carbono permanece crescente, mas em uma taxa menos acelerada, em linha com a trajetória esperada segundo o acordo das Contribuições Nacionalmente Determinadas (*Nationally Determined Contributions*), porém, ainda distante dos objetivos estabelecidos no Acordo de Paris (*Paris Agreement*).

A expectativa é de redução da emissão em regiões de economias desenvolvidas, como a Europa, por exemplo, e de aumento da emissão em regiões de economias em desenvolvimento. Por se tratar de uma região em desenvolvimento e com a maior expectativa de consumo para os próximos anos, a Ásia é, naturalmente, a região que mais contribui com a emissão de dióxido de carbono, em todos os cenários.

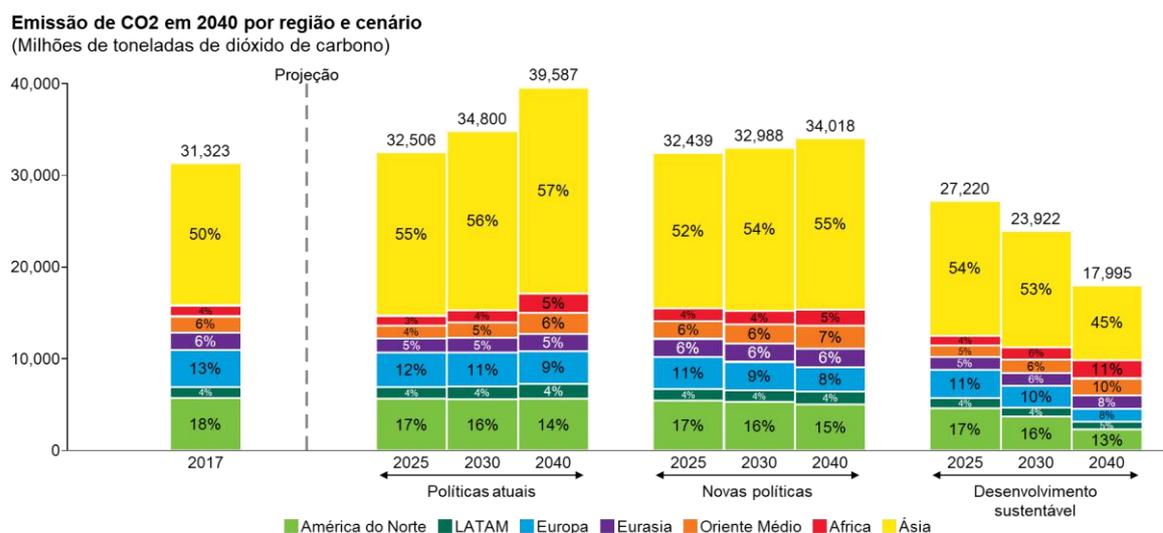


Figura 16: Projeção de emissão de dióxido de carbono por região e cenário  
Fonte: Elaboração própria com dados da *World Energy Outlook: 2018 Edition* - IEA

A Agenda de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (*The United Nations Agenda for Sustainable Development*; 2030 Agenda) inclui metas de crescimento de participação de fontes de energia renováveis, redução de emissão de gases poluentes e de ganhos de eficiência energética (*Sustainable Development Goal - SDG*). Dessa forma, a eficiência energética é, também, uma métrica importante para analisar o cumprimento das políticas de consumo sustentável. Apesar do compromisso assumido por várias nações de enfrentar o problema global de mudanças climáticas, a trajetória e o rigor dessas metas parecem estar perdendo força. Segundo as análises apresentadas no relatório da IEA (2018), a previsão

de ganho médio anual de eficiência é de 2,4% até 2030. Isso representa uma melhoria de 50% nos progressos atuais, porém, ainda se encontra abaixo da meta requerida pelo SDG de 2,7%.

Portanto, mesmo diante de uma previsão otimista do crescimento de consumo de fontes de energia renovável, de um aumento menos acelerado da emissão de carbono e da melhora na eficiência energética, essas métricas ainda se encontram distantes dos objetivos estabelecidos na Agenda de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. Esses fatores reforçam dois direcionamentos centrais na construção do trabalho: (1) é necessário analisar diferentes cenários de projeção de consumo de petróleo, devido à incerteza do grau de atingimento dos objetivos estabelecidos por essas políticas (e do exercício de projeção em si) e (2) é preciso considerar que o consumo de fontes de energia fósseis ainda permanecerá alto nos próximos anos, dada a dificuldade de implementação de medidas mais sustentáveis a ponto de impactar significativamente a demanda por esse tipo de energia.

#### **2.1.4.2. Projeção do consumo de petróleo**

Apresentados os cenários de projeção de consumo de energia global, volta-se a discussão agora para as projeções do consumo de petróleo no mundo, que serão usadas como base para a projeção dos cenários de demanda de gasolina, objetivo principal do trabalho.

Como já foi mencionado anteriormente, na seção de contextualização da descoberta e do crescimento do mercado de petróleo, existem dois tipos de fatores que podem influenciar a dinâmica do mercado: (1) fatores estruturais e (2) fatores de choque. O relatório utilizado como base para a construção do exercício de projeção, IEA (2018), não leva em consideração o impacto de fatores de choque. Em especial, o estudo não considera, obviamente, o choque causado pela pandemia da COVID-19, que está impactando fortemente o mundo em 2020.

Por se tratar de um fator de choque que já se concretizou, cujos impactos vêm sendo sentidos no mercado desde sua ocorrência e ainda perdurarão no curto prazo, faz-se importante adaptar a projeção para considerá-lo. Por isso, os autores reconstruíram a projeção de demanda de petróleo utilizada como base para o estudo, adicionando os efeitos da pandemia nos cenários abordados.

Segundo a projeção original do relatório da IEA, a expectativa de demanda de petróleo em 2030 para os 3 cenários criados é de 106 Mbpd no cenário de otimista, 101 Mbpd no cenário base e 87 Mbpd no cenário pessimista.

**Demanda global de petróleo**  
(Milhões de barris por dia - Mbpd)

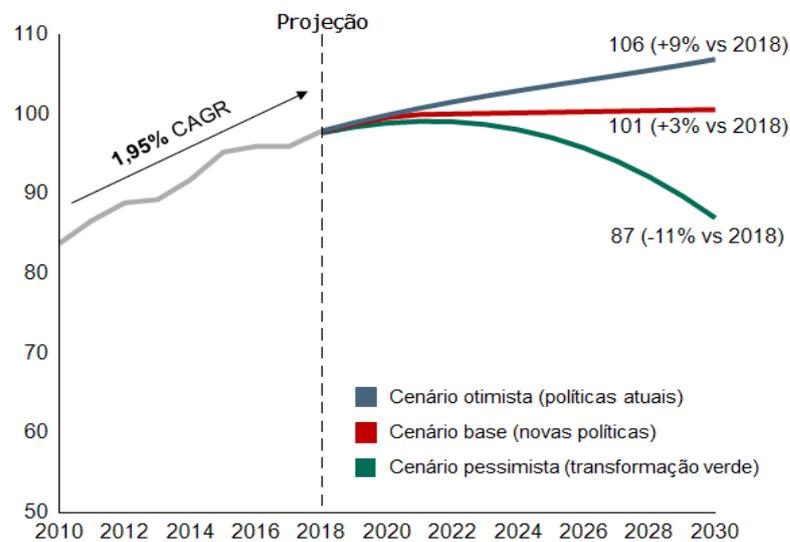


Figura 17: Projeção da demanda de petróleo por cenário

Fonte: Elaboração própria com dados da *World Energy Outlook: 2018 Edition* - IEA

Para considerar os impactos gerados pela pandemia COVID-19 na projeção de demanda de petróleo, os autores utilizaram como referência o relatório *Oil and Liquids Demand Scenarios Update: Tracking Key Signposts and Working Through the Trough*, desenvolvido pelos especialistas do setor de óleo e gás da consultoria estratégica *Bain & Company*. O relatório apresenta 3 cenários com diferentes graus de impacto, baseado na velocidade de recuperação dos países mais afetados.

O cenário de recuperação moderada foi o escolhido como base para os ajustes de demanda global. Este considera como premissas a contenção efetiva da propagação por parte da Ásia e quase toda a região da Europa e recuperação mais lenta (final de 2020 ou início de 2021) com bloqueios parciais de longo prazo ou segundo pico de contaminação por parte de países como EUA, Brasil e Índia. Dessa forma, o cenário de recuperação moderada considera uma queda na demanda global de petróleo de aproximadamente 12% em 2020, de 4% em 2021 e de 1% nos outros anos em relação às projeções feitas antes da pandemia, atingindo, assim, valores de demanda em 2030 de 105 Mbpd para o cenário otimista, 99 Mbpd para o cenário base e 86 Mbpd para o cenário pessimista.

**Demanda global de petróleo – projeção ajustada pós COVID-19**  
(Milhões de barris por dia - Mbpd)

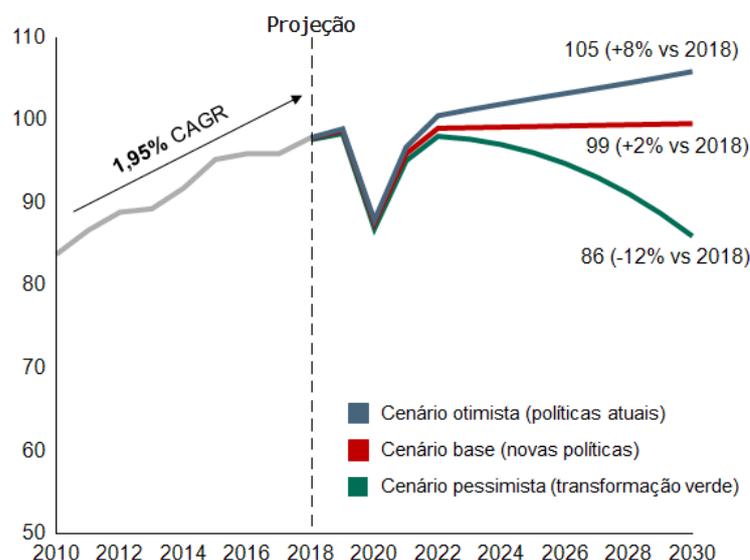


Figura 18: Projeção da demanda de petróleo por cenário ajustada pós COVID-19

Fonte: Elaboração própria com dados da *World Energy Outlook: 2018 Edition* – IEA e da *Oil and Liquids Demand Scenarios Update: Tracking Key Signposts and Working Through the Trough* – Bain & Company

Por se tratar de um fator de choque, a pandemia gerou um grande impacto de curto prazo no mercado de petróleo, no entanto, este impacto não parece ser significativo no médio e longo prazo. Dessa forma, em 2030, a expectativa é de que a demanda de petróleo permaneça crescente para os cenários otimista e base em relação aos valores de 2018.

## 2.2. PANORAMA NACIONAL DO CONSUMO DE PETRÓLEO

Apresentadas as visões sobre o mercado global de energia e petróleo, esta seção, que se inicia, se propõe a apresentar um olhar mais direcionado ao mercado brasileiro, analisando seus dados históricos e perspectivas para o futuro.

### 2.2.1. Contextualização

A história do petróleo no Brasil começou no século 19, quando as primeiras reservas foram descobertas. Em 1931, após retornar dos Estados Unidos, onde passou 3 anos estudando as inovações e investimentos tecnológicos do país em petróleo (e também outras indústrias, como transporte), o escritor Monteiro Lobato deu início aos investimentos em extração de petróleo em terras tupiniquins com a criação da Companhia Petróleos do Brasil, uma empresa

privada e de capital aberto. Porém, foi somente em 1939 que a real existência do óleo em território brasileiro foi comprovada com a exploração de um poço na Bahia, no município de Lobato. Ao final da década de 1930, o Brasil já possuía 3 refinarias, uma em São Paulo e outras duas no Rio Grande do Sul, que, juntas, produziam um total de 1,6 mil barris por dia.

Após a Segunda Guerra Mundial, a partir de 1946, o debate sobre o modelo de regulação de petróleo foi intensificado com a promulgação da Constituição brasileira. A nova carta não estabelecia regulação para a exploração de petróleo. Por isso, a regulação deveria ser feita por meio da lei ordinária, que permitia a entrada de empresas privadas, nacionais ou estrangeiras no setor petrolífero. O debate era dividido entre os apoiadores da abertura do mercado para empresas privadas e estrangeiras e os “nacionalistas”, defensores da criação de uma empresa estatal brasileira que dominaria o mercado de exploração de petróleo no Brasil. Em 1948, o grupo dos nacionalistas, composto por civis, liberais, militares e estudantes, organizou a campanha “O Petróleo é Nosso” com o intuito de impedir a aprovação do Anteprojeto do Estatuto do Petróleo no Congresso Nacional que permitiria a participação de empresas privadas no setor de combustíveis.

Então, em 1953, foi aprovada a lei que criaria o monopólio estatal de exploração do petróleo. Com isso, foi criada a Petrobras, empresa estatal, de economia mista com capital aberto, com participação majoritária da União (Governo Federal), que teria controle de todas as etapas da exploração do petróleo. O monopólio da Petrobras se manteve até 1995 quando o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso propôs uma redefinição do papel do estado na economia e encaminhou ao Congresso um projeto que determinaria o fim do controle do estado na exploração e produção do petróleo no Brasil. A lei foi oficialmente aprovada em julho de 1997, decretando o fim do monopólio da Petrobras, estabelecendo a abertura e flexibilização do mercado para empresas privadas e estrangeiras.

Para garantir e regulamentar a concorrência tanto na exploração das reservas brasileiras como no mercado que deixaria de ser controlado por apenas uma empresa, em 1997, foi criada a Agência Nacional de Petróleo (ANP), órgão responsável por toda a atividade regulatória da cadeia de petróleo, gás natural e, posteriormente, biocombustíveis até os dias de hoje.

A breve contextualização da história do petróleo no Brasil é finalizada com a notícia que transformou o setor petrolífero nacional e mudou o papel no mercado global: a descoberta do pré-sal. Esta descoberta foi baseada no estudo, conhecimento e pesquisas efetuadas pelo corpo técnico da Petrobras especializado na formação da estrutura geológica submarina naquela região, pioneiros em nível mundial.

Em 2007, foram descobertos reservatórios de hidrocarbonetos localizados em alta profundidade, até 7 mil metros, abaixo da camada de sal subterrânea no leito submarino (daí o nome pré-sal), compostos por grandes acúmulos de óleo com alta qualidade e valor comercial. A área total desses reservatórios é de aproximadamente 160 mil quilômetros quadrados e corresponde a basicamente metade do volume de petróleo encontrado no país nos últimos 50 anos, ou seja, gerou um aumento de aproximadamente 50% nas reservas de petróleo da Petrobras. Com essa descoberta, o Brasil passou a ser um dos maiores produtores de petróleo do mundo e assumiu o papel de exportador do produto.

### **2.2.2. Mercado nacional de petróleo e energia**

Novamente, para que seja possível entender a relevância do mercado de petróleo, desta vez com foco no Brasil, faz-se necessário analisar o mercado de energia brasileiro como um todo. Para manter o paralelismo com as análises feitas para o mercado global e o conteúdo da tese conectado, os autores, mais uma vez, usaram como referência para os dados de consumo e produção históricos o relatório *Global Energy Outlook: 2019 Edition, da British Petroleum*.

#### **2.2.2.1. Consumo nacional de petróleo e energia**

Como mencionado nas seções anteriores, as fontes de energia fósseis são as predominantes no consumo energético mundial. No caso do Brasil, apesar de suas particularidades, essa predominância também pode ser percebida. Entre 2008 e 2018, a participação de fontes fósseis se manteve praticamente constante, representando em torno de 60% do consumo brasileiro de energia. Dentre essas, assim como no mercado global, a fonte predominante é o petróleo, com participações entre 46% e 49% no consumo total brasileiro, nesse mesmo período. No ano de 2018, o consumo de material fóssil foi de 173 milhões de toneladas de óleo equivalente (Mtoe), sendo 136 Mtoe provenientes do petróleo.

No geral, o consumo de energia no Brasil não apresentou grandes variações em relação ao volume total nos últimos anos. Entre 2008 e 2018, o consumo total de energia passou de 240 Mtoe para 298 Mtoe, o que representa um crescimento total de 24% e um crescimento anual médio de somente 2%.

Apesar do petróleo, carvão e gás natural, somados, representarem a maior parte do consumo no Brasil, o consumo de energia proveniente de hidroelétricas é o segundo maior. Em 2018, o consumo hidroelétrico foi de 88 milhões de toneladas de óleo equivalente, quase 5%

maior que o ano anterior. Esse volume representa quase 30% do consumo total de energia deste ano.

Além disso, o Brasil é um dos países com maior consumo de energias alternativas e renováveis, como solar e eólica, e a participação dessas fontes vem ganhando cada vez mais espaço na matriz energética brasileira. Entre 2008 e 2018, o consumo de renováveis teve crescimento médio de 17,5% ao ano, fechando 2018 com volume total consumido de 24 Mtoe, 380% a mais que o consumo em 2008 (5 Mtoe). De acordo com a BP, cerca de 37% de toda a energia consumida no Brasil é derivada de fontes renováveis, enquanto no resto do mundo, somente 14% da energia consumida é renovável.

**Consumo brasileiro de energia por fonte**  
(Milhões de toneladas de óleo equivalente)

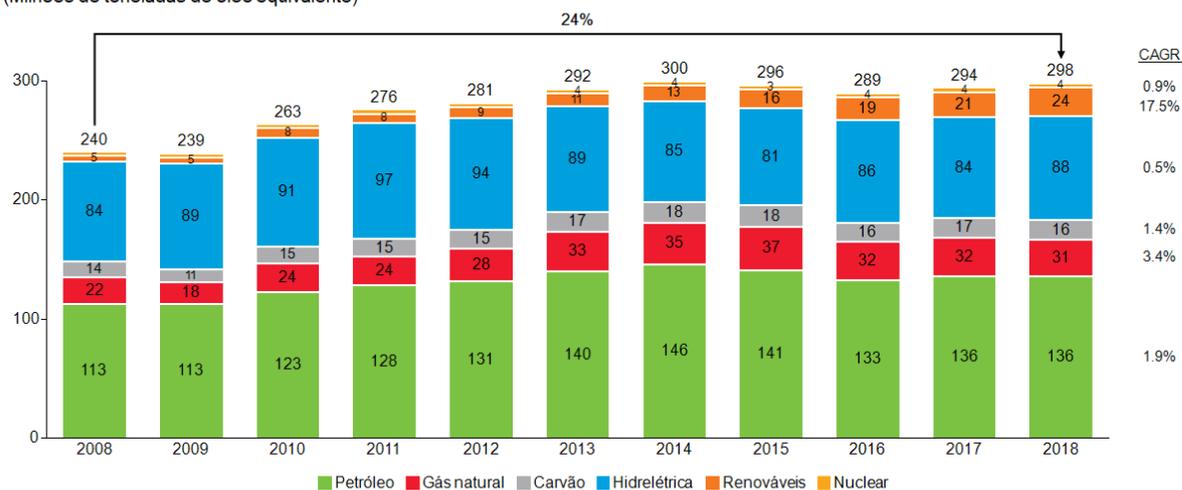


Figura 19: Consumo de energia por fonte no Brasil

Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition* – BP

**Share de fontes energéticas no consumo brasileiro**  
(%)

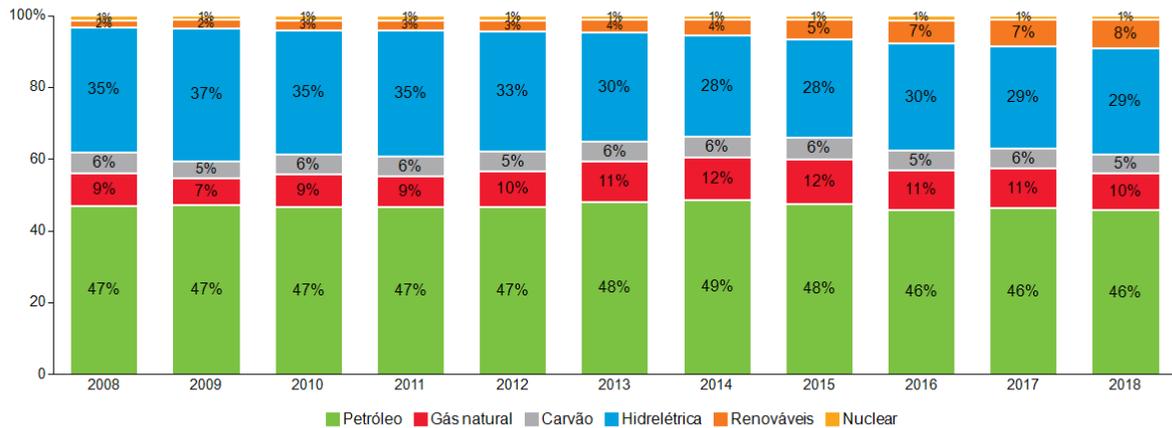


Figura 20: Participação das fontes de energia no consumo total brasileiro  
Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

### 2.2.2.2. Oferta e produção nacional de petróleo e energia

Como citado anteriormente, as reservas de petróleo possuem condições específicas para formação, e, por isso, se encontram concentradas em alguns poucos países. Em 2018, foram contabilizados, segundo os dados do relatório da BP (2019), 1.735,9 bilhões de barris disponíveis. Esse volume representa o total de reservas provadas no mundo e é composto por basicamente 55 países. Dentre esses, 13 países compõem 70% desse volume total. Devido a essa alta concentração das reservas de petróleo, em 1960, foi criada a Organização dos Países Exportadores de Petróleo, mais conhecida como OPEP, grupo composto pelos grandes países produtores de petróleo com o objetivo de regular as políticas e garantir um equilíbrio do mercado de petróleo.

Apesar de não fazer parte da OPEP, com a descoberta das bacias do pré-sal, em 2007 (assunto explicado na seção de contextualização), o Brasil se tornou um dos maiores produtores mundiais de petróleo.

No entanto, como o conceito de reservas provadas leva em consideração somente as reservas que possuem certo grau de confirmação geológica e condições econômicas e operacionais viáveis de exploração, as reservas do pré-sal ainda não são consideradas totalmente na contagem do relatório da BP (referência utilizada) e também pela Petrobras. Em 2018, as reservas de petróleo provadas em território brasileiro representaram 4% do total na América latina (324,1 bilhões de barris) e 0,7% do total no mundo (1.733,9 bilhões de barris).

**Valor de reservas de petróleo provadas em 1998, 2008 e 2018 - Brasil**  
(Bilhões de barris)

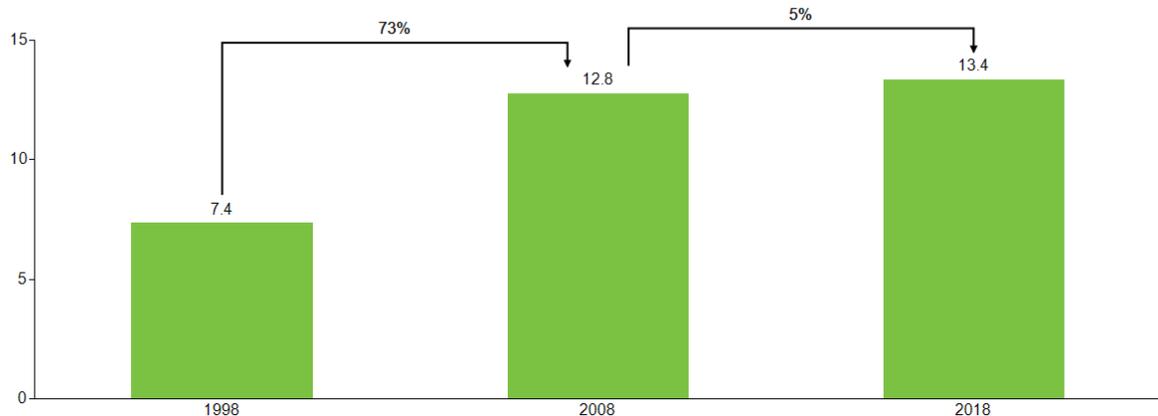


Figura 21: Valor de reservas de petróleo provadas em território brasileiro  
Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

Mesmo não se destacando, frente ao total mundial, em valor de reservas provadas, como mencionado acima, o Brasil é, atualmente, o décimo maior produtor de petróleo no mundo. Em 2018, sua produção foi de 2,6 milhões de barris por dia, 3% da produção mundial (95 milhões de barris por dia), 42% maior do que a produção em 2008, antes do início da exploração de algumas bacias do pré-sal.

**Produção histórica de petróleo - Brasil**  
(Mil barris por dia - kbpd)

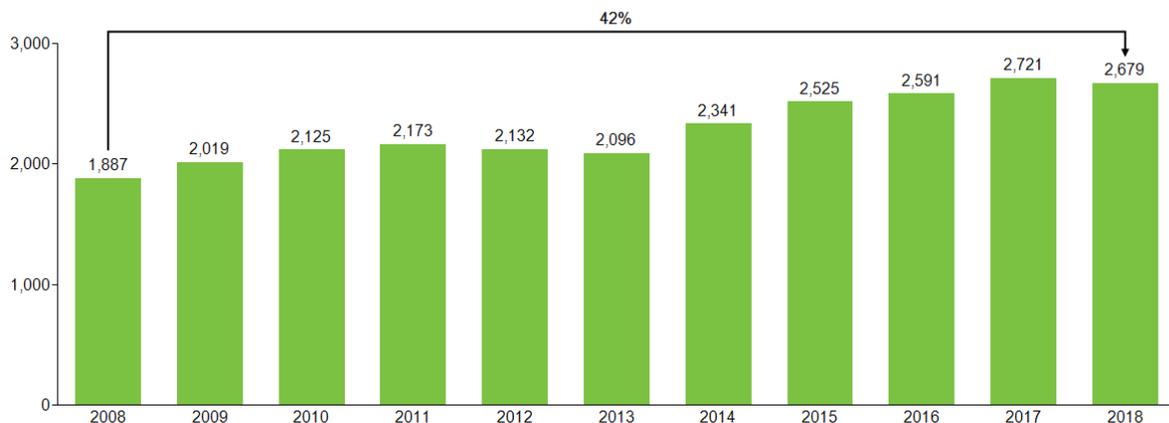


Figura 22: Produção histórica de petróleo no Brasil  
Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

Dessa forma, torna-se clara a força do Brasil no mercado de petróleo. Além disso, as perspectivas futuras são ainda mais promissoras. As tecnologias de exploração do pré-sal estão cada vez mais avançadas e espera-se que, num futuro próximo, essas bacias apresentem planos econômicos e operacionais viáveis para novas explorações.

### **2.2.3. Tendências e projeção do consumo de petróleo nacional**

Nas seções precedentes discutiu-se sobre o histórico de demanda e oferta de petróleo no Brasil. Para posterior elaboração da projeção do consumo de gasolina no Brasil, objetivo principal do trabalho, esta seção se dedica antes a apresentar projeções do consumo nacional de petróleo e energia. Para melhor entendimento das premissas que guiam tais previsões, apresenta-se primeiramente duas das principais tendências que podem influenciar a demanda futura de óleo no Brasil: regulações impostas sobre a emissão de carbono, gases efeito estufa e consumo sustentável e a crescente penetração de energias alternativas como etanol, biocombustíveis e fontes de energia renováveis.

#### **2.2.3.1. Principais tendências do mercado brasileiro**

A preocupação com a preservação ambiental tem se tornado um tema cada vez mais recorrente nas discussões sobre consumo energético global. No Brasil, essa preocupação também tem ganhado cada vez mais força. Nesse contexto, com o objetivo de manter um equilíbrio entre consumo e sustentabilidade, tem-se observado algumas mudanças, principalmente, em relação à matriz energética brasileira, com o aumento do consumo de fontes renováveis como alternativas ao consumo de combustíveis fósseis.

##### **2.2.3.1.1. Penetração de fontes alternativas de energia**

Como já mencionado na seção sobre consumo energético nacional, as fontes renováveis e alternativas têm apresentado um crescimento significativo nos últimos anos. Pela perspectiva de produção nacional, esse crescimento também pode ser observado. O clima tropical e abundância de recursos naturais, como os hídricos, garantem as condições necessárias para geração de energia de fontes renováveis e alternativas aos recursos fósseis, como a solar, a eólica, a hidráulica e a produção de biocombustíveis (que será abordada no próximo capítulo).

Em 2018, o Brasil foi o segundo maior produtor de energia hidrelétrica do mundo, gerando 398 terawatts-hora de energia, o equivalente a 9% da produção mundial (4.171,4 terawatts-hora) e o quinto maior produtor de energia renovável, com produção de 106,3 terawatts-hora, 4% da produção mundial (2.468 terawatts-hora).

Apesar da energia hidrelétrica ser a segunda maior tanto em termos de consumo como produção, no Brasil, seu crescimento, que encontra forte resistência de ambientalistas e de populações indígenas nos últimos anos, tem sido a passos mais lentos, atingindo valores

próximos entre 2008 e 2018. No entanto, ao analisarmos o crescimento das fontes renováveis, pode-se perceber um crescimento de 407% nesse mesmo período, o que representa um aumento médio de 18% na produção anual.

**Produção histórica por fonte de energia alternativa - Brasil**  
(Terawatts-hora)

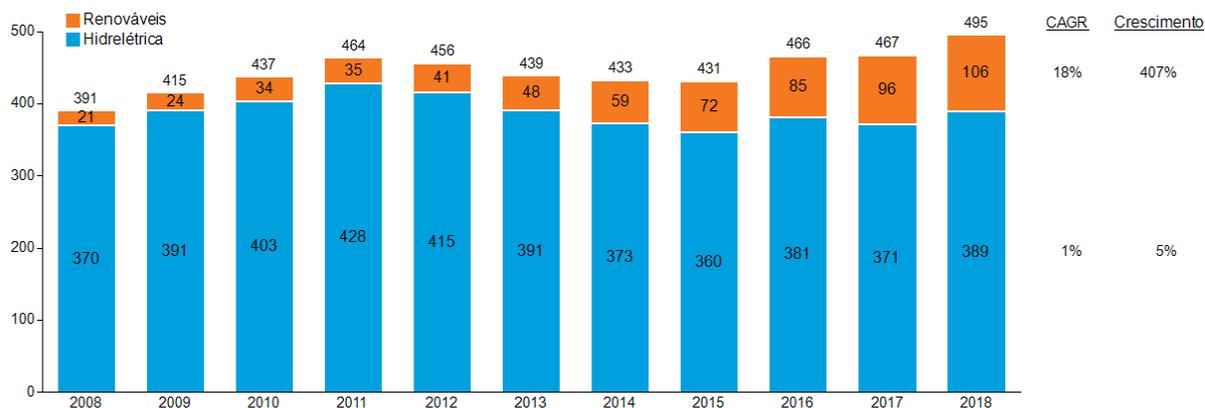


Figura 23: Produção histórica de energia alternativa no Brasil

Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

Dessa forma, torna-se evidente que as energias renováveis apresentam uma participação relevante tanto no consumo (apresentado nas seções anteriores) como na produção de energia no Brasil. Ademais, a pressão pelo desenvolvimento de tecnologias para produção em maior escala de energias provindas de fontes mais limpas e renováveis vem crescendo exponencialmente, abrindo portas para que o Brasil se torne uma referência ainda maior nesse mercado e para que seja possível reduzir cada vez mais a dependência de fontes fósseis de energia como o petróleo.

### 2.2.3.1.2. Regulações e emissão de carbono

Com o objetivo de combater as mudanças climáticas e se adaptar às novas tendências e necessidades de consumo, o Brasil se comprometeu com uma série de ações, estabelecendo algumas metas de consumo sustentável. Em 2009, foi criada a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), uma das principais medidas de desenvolvimento sustentável a nível nacional. Esse programa formalizou o comprometimento do país com a redução de emissões de gases efeito estufa. A meta estabelecida em 2009 foi de redução entre 36,1% e 38,9% das emissões de dióxido de carbono até 2020.

Além do PNMC, em 2015, o país assinou, também, o compromisso do Acordo de Paris, se comprometendo a reduzir as emissões de gases de efeito estufa de 37% até 2025 e de 43% até 2030, ambos comparados aos níveis de 2005.

Em 2017, foi instituída, ainda, a Política Nacional de Biocombustíveis, conhecida como RenovaBio. O principal objetivo do RenovaBio é contribuir para o cumprimento das metas estabelecidas no Acordo de Paris, propondo metas nacionais para expansão da participação dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, promovendo, assim, a descarbonização do setor de combustíveis e a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa.

No entanto, apesar de ter estabelecido essas metas, o volume de dióxido de carbono emitido pelo Brasil vem, na realidade, aumentando em relação ao valor de 2005. Em 2018, o volume de CO<sub>2</sub> produzido pelo país foi de 442 milhões de toneladas (Mt), 34% acima do volume de 2005 (330 Mt).

#### Emissão de CO<sub>2</sub> - Brasil

(Milhões de toneladas de dióxido de carbono)

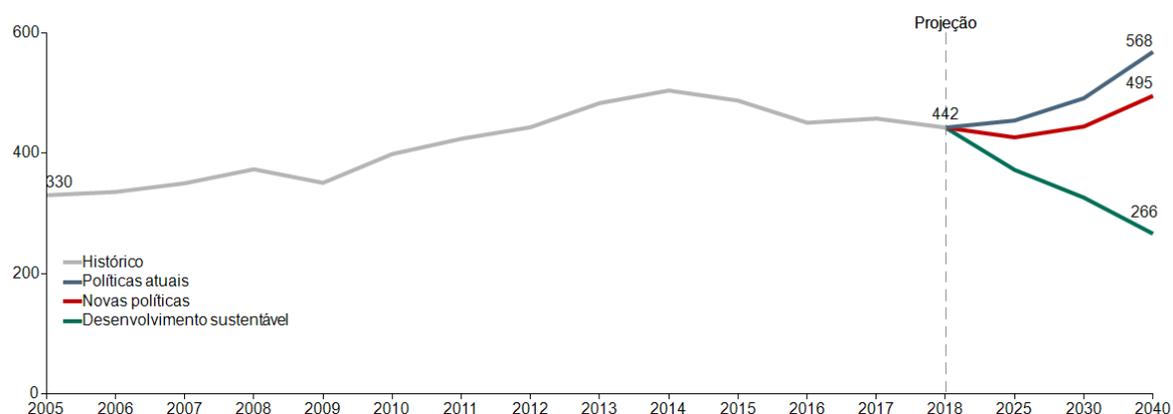


Figura 24: Emissão de dióxido de carbono no Brasil

Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition - BP* (histórico) e *World Energy Outlook: 2018 Edition - IEA* (projeção)

Portanto, apesar dos compromissos estabelecidos no PNMC e Acordo de Paris, e da penetração cada vez maior de fontes renováveis, principalmente biocombustíveis, tanto na produção como no consumo de energia, o Brasil ainda está longe de atingir suas metas de desenvolvimento e consumo sustentáveis. Além disso, a expectativa, segundo os dados utilizados como base do relatório da IEA (2018), é de crescimento ainda maior dessa emissão para os próximos anos, considerando o cenário base de novas políticas, distanciando o país ainda mais desses objetivos.

### 2.2.3.2. Projeção do consumo de energia e petróleo no Brasil

Apresentadas as tendências referentes ao aumento da participação de energias renováveis e políticas de desenvolvimento sustentável para o setor, volta-se a discussão agora para as projeções do consumo de energia no Brasil.

Novamente, para manter o texto coeso e conectado, utiliza-se como referência para os dados de projeção o relatório *World Energy Outlook: 2018 Edition*, da IEA (Agência Internacional de Energia), cujas premissas já foram explicitadas na seção de projeção do consumo de energia mundial. Igualmente ao que foi feito para a projeção global, serão considerados os mesmos 3 cenários para avaliação das perspectivas do mercado de energia e de petróleo brasileiro.

De forma geral, para todos os cenários a expectativa é que haja um grande crescimento da participação das fontes renováveis no consumo de energia brasileiro e uma queda significativa no caso da energia hidrelétrica. A estimativa é de um aumento entre 447% e 507% na demanda de renováveis e de redução entre 36% e 49% na demanda de energia hidrelétrica, ambos considerando o período entre 2018 e 2040.

Para o cenário de políticas atuais (cenário otimista), espera-se que o consumo de petróleo permaneça em linha com o consumo em 2018, com crescimento de somente +4% em 2040. Já para os cenários de novas políticas (cenário base) e desenvolvimento sustentável (cenário pessimista), as projeções indicam quedas de 7% e 45%, respectivamente, na demanda de petróleo no Brasil em 2040, quando comparados com os valores realizados em 2018.

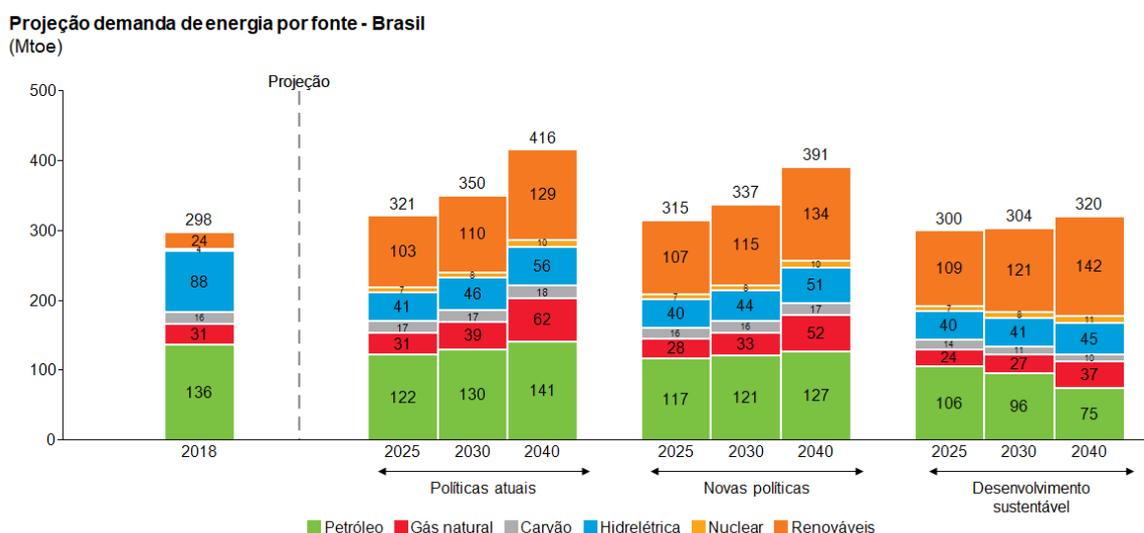


Figura 25: Projeção da demanda de energia por fonte no Brasil

Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition - BP* (histórico) e *World Energy Outlook: 2018 Edition - IEA* (projeção)

Assim como foi feito para a projeção de petróleo mundial, os autores utilizaram como referência o relatório *Oil and Liquids Demand Scenarios Update: Tracking Key Signposts and Working Through the Trough*, da consultoria estratégica *Bain & Company*, para ajustar os valores de projeção da demanda de petróleo no Brasil, considerando os impactos causados pela pandemia COVID-19. Novamente, o cenário de impacto moderado, cujas premissas já foram apontadas, foi o escolhido para aplicar os ajustes necessários à projeção da IEA (2018). Dessa forma, a redução da demanda nacional de petróleo considerada foi de 12% para o ano de 2020, 4% para 2021 e 1% para os anos seguintes, atingindo, então, os valores de demanda em 2030 de 129 milhões de toneladas (Mt) para o cenário otimista, 120 Mt para o cenário base e 95 Mt para o cenário pessimista.

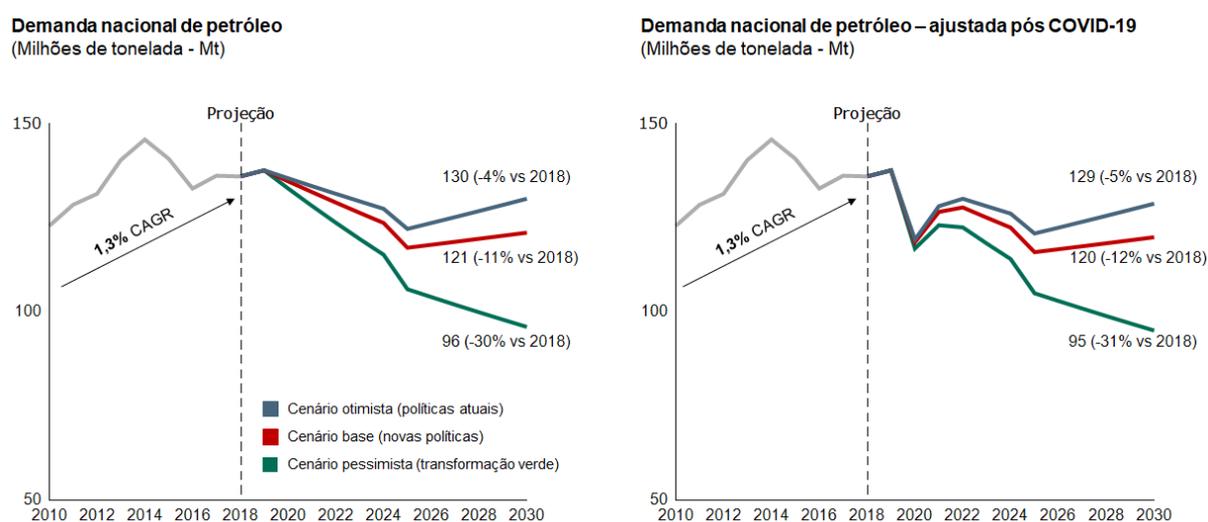


Figura 26: Projeção da demanda de petróleo no Brasil

Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition - BP* (histórico), *World Energy Outlook: 2018 Edition - IEA* (projeção) e *Oil and Liquids Demand Scenarios Update: Tracking Key Signposts and Working Through the Trough - Bain & Company*

Como concluído na seção de projeção global, a pandemia, por ser considerada um fator de choque, gerou um impacto significativo de curto prazo, porém, menos relevante no médio e longo prazo. Dessa forma, a partir de 2022, a expectativa é de que a demanda de petróleo no Brasil volte a se aproximar dos valores das projeções originais do relatório da IEA.

### **3. PANORAMA GERAL DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS**

#### **3.1. PANORAMA MUNDIAL DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS**

##### **3.1.1. Contextualização**

Com o aparecimento da indústria do petróleo, na segunda metade do século XIX, houve o surgimento das primeiras refinarias, que neste momento, focaram sua produção em querosene de iluminação, até então, derivado de petróleo mais consumido.

No início do século XX, entre 1910 e 1930, houve uma forte aceleração na venda de automóveis, o que gerou um impacto imediato nas refinarias. Neste período, a gasolina passou a corresponder a um terço do faturamento de toda a indústria do refino, superando o querosene de iluminação e outros derivados utilizados na época, como o óleo combustível.

Em 1913 foi apresentado ao mundo o craqueamento térmico, processo de conversão de maiores frações de petróleo em gasolina. Pesquisas prévias mostraram que o aquecimento do petróleo bruto, ou de certas frações, causava uma divisão das moléculas e, assim, aumentava a proporção de frações voláteis adequadas para a fabricação de gasolina.

A partir da década de 30, após a grande depressão, a indústria automobilística passou a crescer a taxas muito pequenas e o mercado de gasolina para aeronaves passou a ter contribuição mais relevante.

Próximo ao início da segunda guerra mundial foi introduzido à indústria do refino o processo da reforma catalítica, que gerou uma modificação importante no processo de produção de gasolina, pois permite a geração de um combustível de alta octanagem, essencial para seu uso na indústria de aviação.

A década de 1950 viu o início do aumento da taxa de compressão em motores, exigindo combustíveis com maior octanagem também em veículos terrestres. Pequenas melhorias continuaram a ser feitas nas formulações de gasolina para melhorar o rendimento e a octanagem até a década de 1970 - quando os combustíveis sem chumbo foram introduzidos para proteger os catalisadores de exaustão que estavam sendo introduzidos por razões ambientais.

Atualmente, com o aumento da população e a expansão das indústrias no mundo, a demanda por combustíveis fósseis permanece crescendo. Entretanto, as discussões envolvendo os impactos ambientais causados pela emissão de gases poluentes vêm impulsionando tanto o desenvolvimento de novas tecnologias mais limpas, como o consumo de fontes de energia alternativas, como os biocombustíveis, a energia elétrica, entre outros. A incerteza sobre a velocidade na qual essas outras fontes de energia podem substituir os combustíveis fósseis,

principalmente no mercado automotivo, é, portanto, uma das principais pautas de discussão e análise propostas pelo trabalho.

### 3.1.2. Consumo histórico global de combustíveis

Para entendermos melhor o mercado de derivados do petróleo, precisamos analisar primeiramente o histórico atual de consumo dos principais derivados comercializados ao redor do mundo. Para tal, os autores utilizaram como referência o relatório *Statistical Review of World Energy: 2019 Edition* da empresa *British Petroleum*. Os produtos que foram analisados foram: gasolina, diesel, GLP, óleo combustível e querosene.

Segundo os dados levantados no relatório em questão, o consumo total destes derivados no ano de 2018 chegou a 90,554 milhões de barris por dia, valor que representa um aumento de 1,3% em relação ao ano de 2017 e de 13% em relação ao ano de 2008.

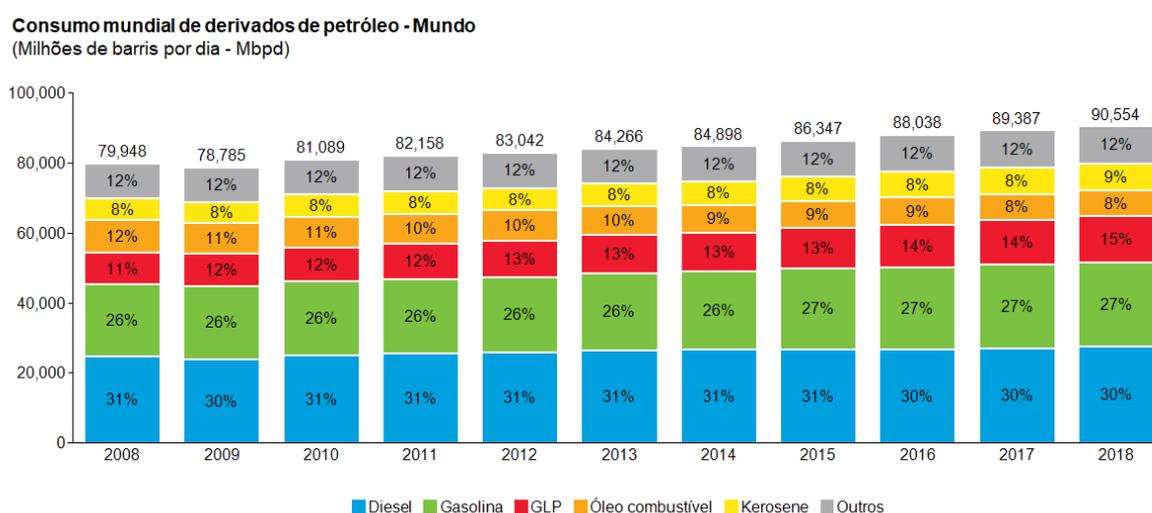


Figura 27: Consumo mundial histórico de derivados de petróleo

Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition - BP*

De acordo com o relatório da BP, podemos observar que a gasolina e o diesel representam sozinhos aproximadamente 57,1% do consumo total de derivados do petróleo, sendo assim, podemos afirmar que são os produtos derivados de petróleo mais importantes dentre os combustíveis, o que corrobora a necessidade deste trabalho, que tem o objetivo de analisar tendências para o mercado de gasolina.

No gráfico abaixo, temos o consumo global de gasolina de 2008 a 2018. A partir destas informações, podemos observar um aumento anual médio do consumo de 1,5%, que representa um valor relativamente baixo, porém constante de crescimento nesses 10 anos. Fica claro,

também, que os principais consumidores deste tipo de combustível são a América do Norte e Ásia, representando juntos quase 70% do consumo global. Dentre os países que compõem o continente asiático, a China se destaca como principal responsável pela tendência no consumo deste tipo de combustível, por conta do crescimento acelerado na economia dos países da região.

**Consumo de gasolina por região**  
(Milhões de barris por dia - Mbpd)

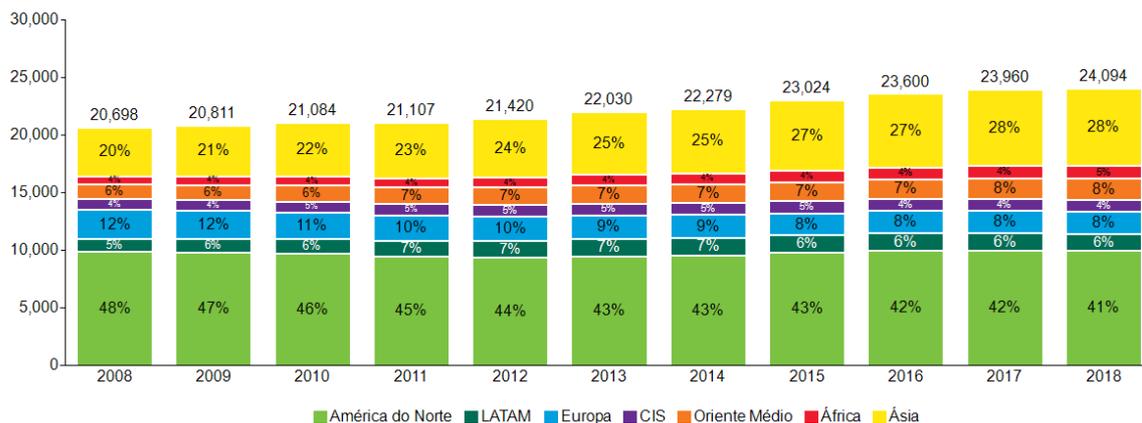


Figura 28: Consumo mundial de gasolina por região

Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition - BP*

No caso do consumo de diesel, a Ásia e a Europa são as regiões que mais se destacam, representando juntas aproximadamente 60% do consumo global do derivado. Além disso, entre 2008 e 2018, o crescimento anual médio do consumo global de diesel foi um pouco menor que o de gasolina, atingindo valores de aproximadamente 1% ao ano.

**Consumo de diesel por região**  
(Milhões de barris por dia - Mbpd)

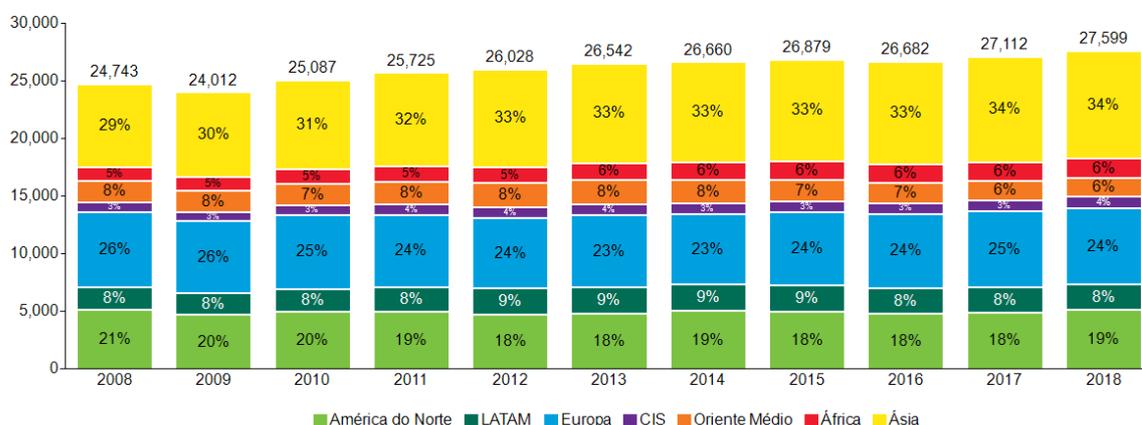


Figura 29: Consumo mundial de diesel por região

Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

Já para o óleo combustível e para o GLP, combustíveis secundários dentre os analisados, podemos observar que enquanto o consumo de óleo combustível caiu bastante ao redor do mundo nos últimos anos, o consumo de GLP, por sua vez, apresenta um movimento contrário. No período analisado, o consumo de GLP cresceu, na média, aproximadamente 4% ao ano, enquanto o consumo de óleo combustível decresceu com uma média anual de 2%. Esta tendência passa a fazer sentido quando vemos que a maioria das indústrias, que antes utilizavam o óleo combustível como fonte de energia, estão trocando esta matéria-prima pelo GLP, que é um combustível gasoso de alto poder calorífico e que é menos nocivo ao meio ambiente, além de possuir um custo atrativo para as indústrias.

**Consumo de GLP por região**  
(Milhões de barris por dia - Mbpd)

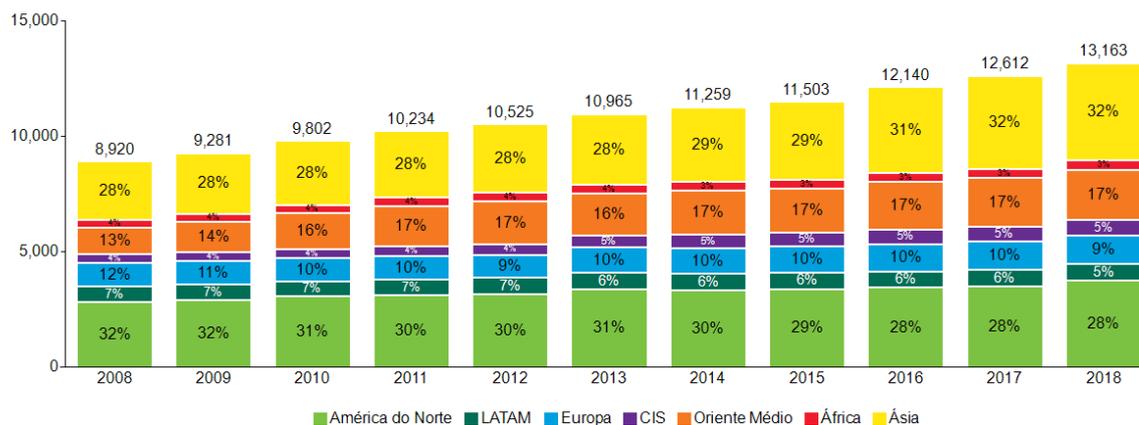


Figura 30: Consumo mundial de GLP por região

Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

**Consumo de óleo combustível por região**  
(Milhões de barris por dia - Mbpd)

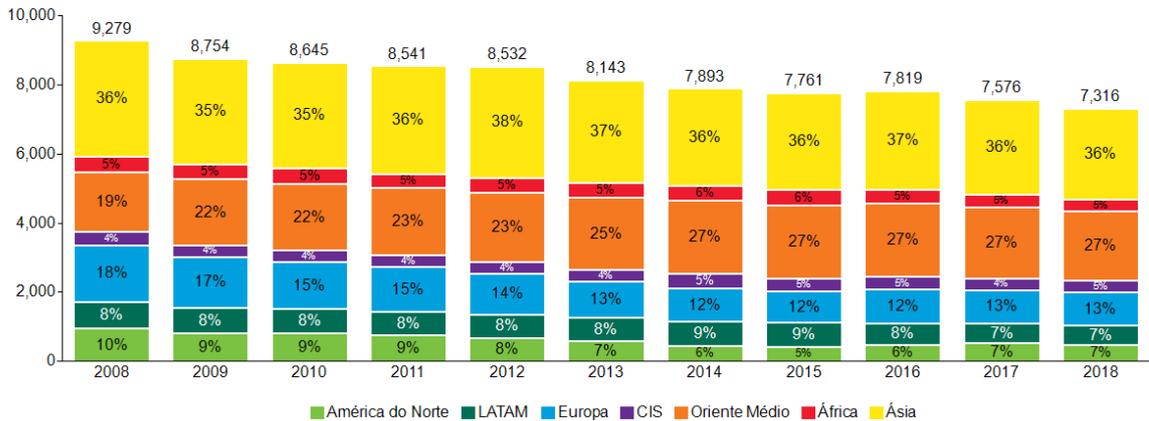


Figura 31: Consumo mundial de óleo combustível por região  
Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

### 3.1.3. Oferta e produção global de combustíveis

Como os combustíveis mais consumidos no mundo são oriundos do petróleo, é necessário analisar a capacidade de refino de cada região, que está internamente ligada à oferta dos combustíveis.

No gráfico abaixo podemos ver a evolução da capacidade de refino em 7 regiões distintas: América do Norte, Europa, Oriente Médio, Ásia, América do Sul e Central, Comunidade dos Estados Independentes (CIS) e África.

**Capacidade de refino por região**  
(Mil barris por dia - Kbpd)

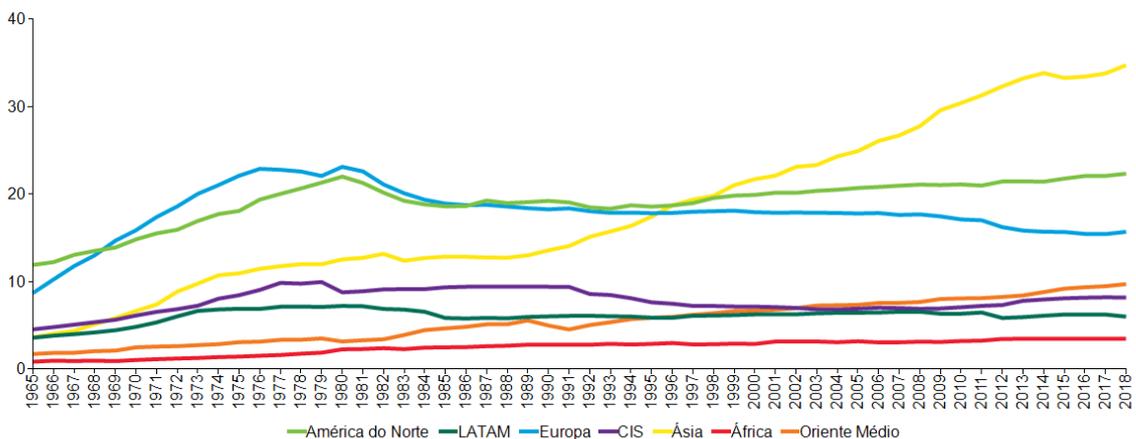


Figura 32: Capacidade de refino por região  
Fonte: Elaboração própria com dados da *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

De acordo com os dados da BP, pode-se observar que a Ásia se destaca em termos de crescimento de sua capacidade de refino em barris por dia, sendo a China o país de maior relevância em termos de oferta de produção de derivados nesta região. Entre os anos de 1965 e 2018 a capacidade de refino da Ásia aumentou 863,2%. Em 1965, a Ásia representava somente 11% da capacidade de refino mundial, e em 2018 passou a representar 35% da capacidade total.

A Europa, impulsionada pelos investimentos em energia renovável, vem reduzindo sua capacidade de refino desde a década de 80. Desde 1980, houve uma redução de 32,2% na capacidade de refino desta região. Apesar desse direcionamento, no período entre 1965 e 2018, pode-se observar um aumento de 80,7% da capacidade de refino na região européia, com o pico de capacidade no ano de 1980. Em 1965, a Europa representava 25% da capacidade de refino mundial, passando para 16% nos dias de hoje.

A América do Norte, também influenciada pelo aumento no consumo de combustíveis e energia renováveis, manteve praticamente estável sua capacidade total de refino entre 1980 e 2018. Apesar disso, se analisarmos o crescimento a partir de 1965, pode-se observar um aumento próximo ao visto na Europa, de 87,7% em relação a 2018. Com isso, a América do Norte passou de 34% para 22% em termos de representatividade da capacidade mundial de refino nesse mesmo período.

No Oriente Médio houve um movimento ascendente na capacidade de produção dos derivados de petróleo de 1965 até os dias atuais, de aproximadamente 470,2%, sendo o segundo maior crescimento percentual dentre estas regiões, atrás apenas da região asiática. Este crescimento não foi tão expressivo como na Ásia pois o Oriente Médio, como visto no capítulo anterior, possui as maiores reservas de petróleo no mundo e, por conta disso, concentrou muitos investimentos na parte de *Upstream*, ou seja, na parte de localização e exploração do petróleo. Em 1965, o Oriente Médio representava 5% da capacidade total de refino no mundo, enquanto atualmente este percentual subiu para 10%.

Em termos percentuais, a África foi uma das regiões de maior crescimento na capacidade de refino durante o período analisado, atingindo um aumento de 317,3%. Apesar disso, nos dias de hoje a África ainda é a região menos representativa neste mercado, representando apenas 3% da capacidade mundial de refino, contra os 2% que representava em 1965.

Já a América do Sul e Central tiveram os menores crescimentos percentuais de 1965 a 2018, de apenas 67,9%. Esse resultado pode ser de certa forma explicado pelo foco que esses países deram em investimentos no setor de produção e exploração de petróleo, despriorizando os

investimentos na etapa de refino. Com isso, esta região reduziu sua representatividade no cenário mundial, de 10% em 1965 para 6% em 2018.

## 3.2. PANORAMA NACIONAL DO MERCADO DE COMBUSTÍVEIS

### 3.2.1. Contextualização

O primeiro posto de gasolina foi inaugurado no Brasil no ano de 1915 pela Texaco, período em que o mercado automotivo era praticamente nulo no Brasil. Apenas a partir de 1919 a Ford inaugurou um escritório no país, seguido de sua concorrente, *General Motors*, em 1925. A partir daí, a utilização de automóveis no Brasil passou a ter maior relevância, o que impulsionou um interesse na produção local de derivados do petróleo.

A produção de derivados de petróleo no Brasil deu seus primeiros passos na década de 1930, com a inauguração de pequenas refinarias, mais conhecidas como destilarias de petróleo.

A primeira refinaria do Brasil foi fundada em 1933, conhecida como Destilaria Rio-Grandense de Petróleo S/A, que anos depois passou a ser conhecida como Refinaria de Petróleo Ipiranga e atualmente tem o nome de Refinaria de Petróleo Rio-Grandense S/A.

Anos mais tarde, em 1953, o governo de Getúlio Vargas sancionou a lei federal 2004 que instituiu no Brasil o monopólio da exploração, produção, refino e distribuição de petróleo no Brasil, fundando, então, a Petrobras. Com isso, as refinarias já existentes passaram a ter um limite máximo da capacidade de refino. A partir daí foram inauguradas diversas refinarias no Brasil que viriam a formar o parque de refino que temos atualmente no país:

- 1953 - Refinaria Landulpho Alves-Mataripe (RLAM)
- 1954 - Refinaria de Capuava (Recap)
- 1955 - Refinaria Presidente Bernardes-Cubatão (RPBC)
- 1957 - Refinaria de Manaus (Reman)
- 1961 - Refinaria de Duque de Caxias (REDUC)
- 1968 - Refinaria Gabriel Passos (Regap)
- 1968 - Refinaria Alberto Pasqualini (Refap)
- 1972 - Refinaria de Paulínia (Replan)
- 1976 - Refinaria do Paraná (Repar)
- 1980 - Refinaria do Vale do Paraíba (Revap)
- 2010 - Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC)
- 2014 - Refinaria Abreu e Lima (RNEST)

### 3.2.2. Consumo histórico nacional de combustíveis

De acordo com os dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), desde a década de 1990 até hoje houve um aumento no consumo total de combustíveis no Brasil, que está atrelado ao crescimento da economia neste período, principalmente entre 2003 e 2014, período conhecido como “boom” das commodities, no qual os preços de petróleo e de metais subiram constantemente, devido o aumento na demanda de economias emergentes em crescimento como China e Índia.

Observando o consumo histórico de cada combustível, como mostra o gráfico abaixo, pode-se perceber que o único derivado que teve seu consumo reduzido nos últimos 30 anos foi o óleo combustível. De acordo com a ANP, há uma tendência de substituição deste combustível por alternativas mais limpas, como o GLP, por exemplo.

No caso da gasolina e do óleo diesel, o aumento na frota de veículos, impulsionou o aumento do mercado desses combustíveis no país. Atrelado ao aumento da frota, o aumento de incentivos governamentais ao consumo de combustíveis mais limpos, impulsionou também um aumento no consumo de etanol hidratado nos últimos anos.

Consumo mundial de derivados de petróleo - Brasil  
(Milhões de metros cúbicos – Mm<sup>3</sup>)

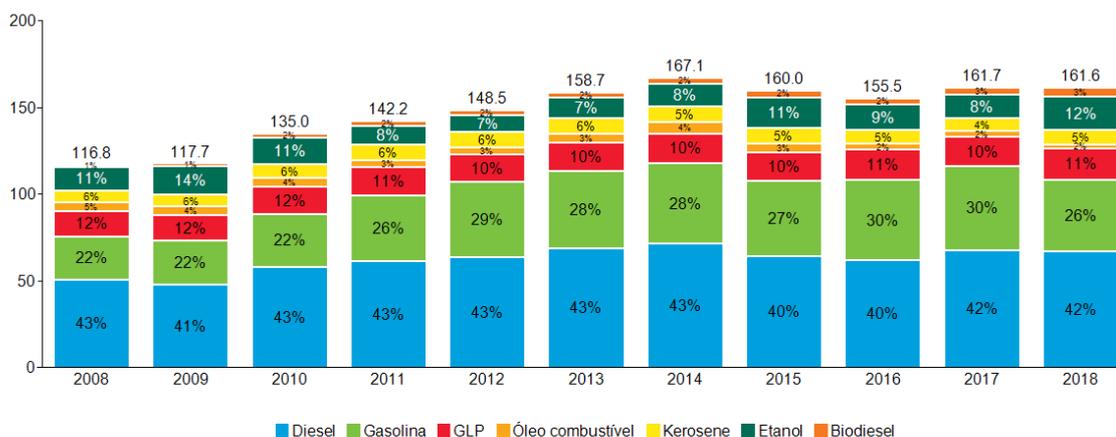


Figura 33: Venda de combustíveis em milhões de barris por derivados no Brasil  
Fonte: Elaboração própria com dados da ANP

### 3.2.3. Oferta e produção nacional de combustíveis

A produção de derivados no Brasil teve início em 1933, em baixíssima escala, a partir da inauguração da Refinaria de Petróleo Rio-Grandense S/A e aumentou consideravelmente a

produção apenas após a criação da Petrobras, período onde foram inauguradas diversas refinarias no país.

Atualmente, as principais refinarias do Brasil são: REPLAN, RLAM, REDUC, REVAP, REPAR, REFAP, REGAP e RPBC. Juntas, estas refinarias correspondem a aproximadamente 85% da produção nacional de derivados de petróleo, como podemos ver no gráfico abaixo.

**Volume refinado por refinaria em 2018 - Brasil**  
(Mil barris por dia - Kbpd)

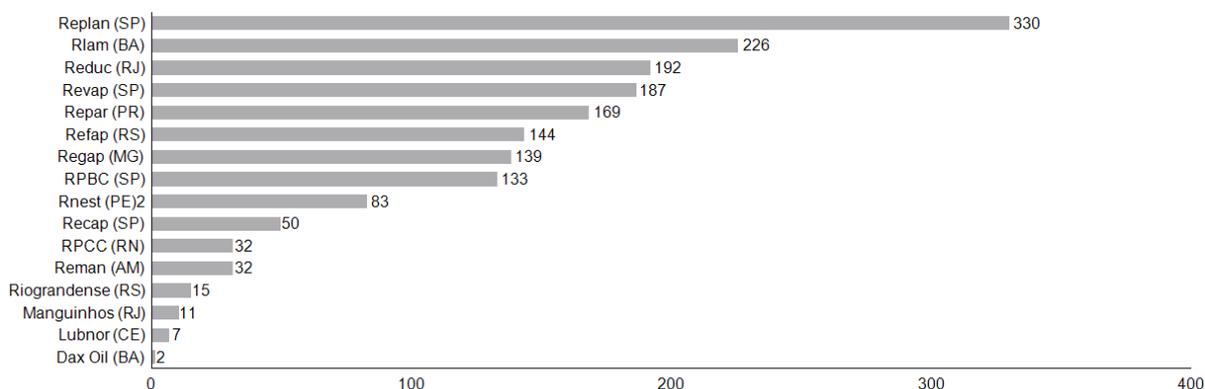


Figura 34: Volume de derivados refinados por refinarias brasileiras

Fonte: Elaboração própria com dados da ANP

Analisando a produção nacional dos principais combustíveis, diesel e gasolina, pode-se observar uma evolução na produção de derivados com um pico próximo a 2010 e 2014 que foram os anos de inauguração de 2 refinarias, a RPCC e a RNEST.

**Produção e venda de diesel - Brasil**  
(Milhões de metros cúbicos – Mm³)

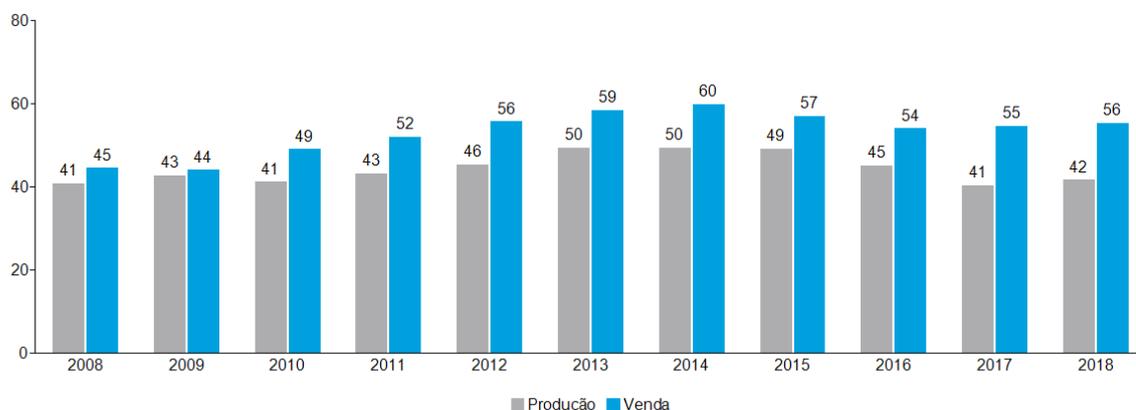


Figura 35: Comparação entre a produção e a venda de óleo diesel no Brasil

Fonte: Elaboração própria com dados da ANP

**Produção e venda de gasolina - Brasil**  
(Milhões de metros cúbicos – Mm<sup>3</sup>)

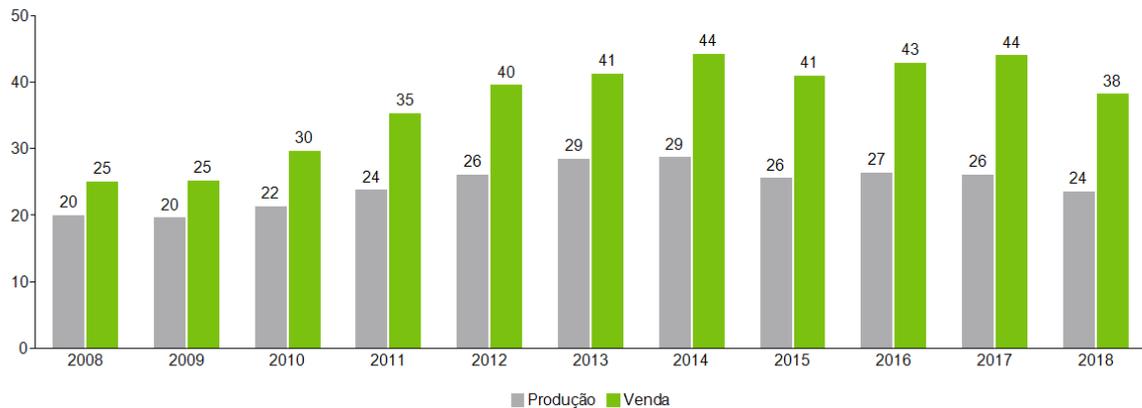


Figura 36: Comparação entre a produção e a venda de gasolina no Brasil  
Fonte: Elaboração própria com dados da ANP

Como já mencionado anteriormente, nos últimos 10 anos, a demanda por estes combustíveis aumentou, devido ao crescimento da frota de veículos no país. No entanto, a produção nacional não tem acompanhado este crescimento, como mostra o gráfico apresentado acima. Essa discrepância entre o volume de combustíveis vendido e o volume produzido indica que a produção nacional de derivados de petróleo não é autossuficiente, isso quer dizer que uma parcela do volume desses combustíveis consumido no Brasil é proveniente do mercado exterior, ou seja, é importado.

Na década de 70, com as crises do petróleo, os países ao redor do mundo foram pressionados a buscarem alternativas energéticas para substituir o petróleo, impulsionando, dessa forma, a produção de biocombustíveis. Foi neste período que no Brasil, durante a ditadura militar, foi criado o programa ProÁlcool. O programa nacional do Álcool foi criado no ano de 1975 através do decreto nº 76.593 durante o governo Geisel com o intuito de atender as necessidades do mercado interno e externo e a política de combustíveis automotivos.

Por conta do aumento no preço do petróleo durante a crise de 1970, o governo precisou incentivar a produção do etanol, visto que os demais combustíveis derivados do petróleo acompanharam o preço do barril, dificultando assim o acesso aos mesmos pelo mercado interno. Com isso, a produção de etanol passou a crescer rapidamente com os incentivos fiscais e incentivos à adição de álcool na gasolina comum.

Já a produção de biodiesel teve crescimento no início dos anos 2000, quando o governo brasileiro implementou a obrigatoriedade da adição de biodiesel no diesel, como forma de

fomentar o consumo de combustíveis renováveis proposta nos planejamentos referentes às metas ambientais aqui já tratadas.

Como podemos ver no gráfico abaixo, o etanol possui uma relevância muito maior em relação ao biodiesel, visto que é um combustível em que o Brasil já possui melhores tecnologias de produção e de consumo dos veículos flex.

**Produção de biocombustíveis - Brasil**  
(Milhões de metros cúbicos – Mm<sup>3</sup>)

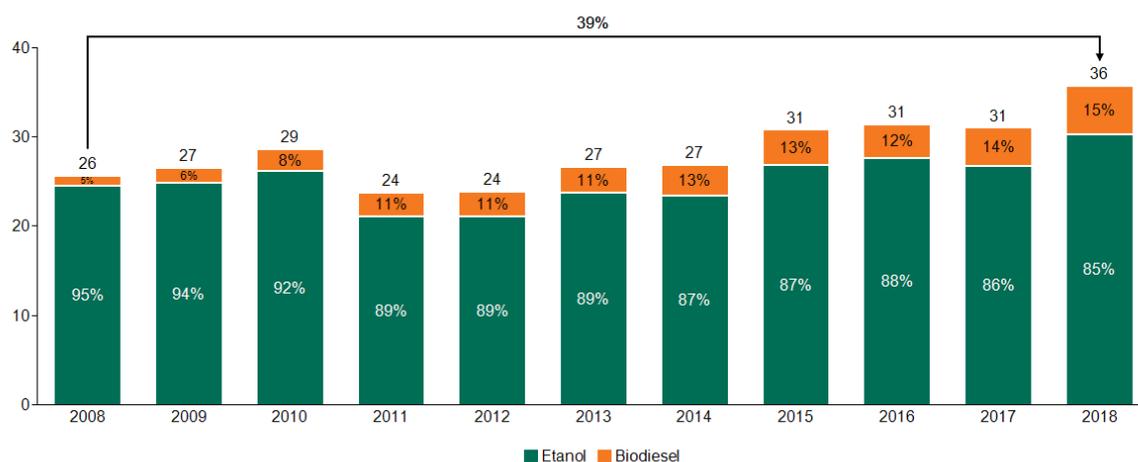


Figura 37: Produção de Biocombustíveis no Brasil  
Fonte: Elaboração própria com dados da ANP

Vale ressaltar que os dados acima se referem à produção real destes combustíveis no Brasil, não levando em conta a capacidade efetiva de refino das refinarias. Recentemente, foram introduzidas alterações significativas nas políticas do principal player do mercado, a Petrobras, o que dificulta a análise das diferentes projeções relativas à produção no país.

No longo prazo, a Petrobras apresentou, em seu planejamento estratégico, um programa de venda de algumas de suas refinarias. Portanto, ainda permanece nebulosa a projeção da capacidade e produção efetiva dos derivados no país e as necessidades de importação de derivados, com destaque neste trabalho para o caso da gasolina.

Não foi possível conseguir acesso aos estudos que permitam avaliar a mais provável orientação que prevalecerá sobre a produção de gasolina no país e sobre a necessidade de sua importação. Para esse cálculo da produção, fatores como a construção de novas refinarias, das políticas de produção da Petrobras e dos eventuais futuros compradores de algumas das atuais refinarias prejudicam um exercício de cenários de projeção da produção neste trabalho. A consideração dos possíveis cenários ultrapassa os limites possíveis deste projeto e deve ser

objeto de futuros estudos quando se dissiparem as dúvidas sobre a orientação da produção no país.

### 3.3. TENDÊNCIAS DO MERCADO GLOBAL DE COMBUSTÍVEIS

Nas seções anteriores discutiu-se sobre a variação histórica de demanda e oferta de combustíveis no mundo. Para elaborarmos, posteriormente, a projeção do consumo de gasolina no Brasil, a que se propõe este trabalho, esta seção dedica-se a apresentar as principais tendências que norteiam o mercado global de combustíveis: regulações impostas ao mercado automobilístico (principal mercado consumidor deste tipo de combustível), aumento de eficiência de veículos, penetração de carros híbridos e elétricos e a crescente penetração de combustíveis alternativos.

#### 3.3.1. Regulações e metas

Ao redor do mundo, governos criaram iniciativas e regulações para atingirem metas ambientais de redução na utilização de combustíveis fósseis no setor de transporte como um todo, são elas: metas na redução de emissão de GEE (gases de efeito estufa), metas de melhoria da eficiência dos motores e combustíveis em geral, metas no uso de fontes renováveis de energia, etc. Podemos ver a seguir um pouco da estratégia dos principais países consumidores de combustíveis fósseis em relação à regulação da utilização dos mesmos.

##### Canadá

O governo canadense estabeleceu uma meta de, até 2040, 100% dos veículos novos vendidos serem de emissão zero em termos de gases poluentes. As medidas que suportam este objetivo vão desde conscientização da população à incentivos à compra deste tipo de veículo. Além disso, o governo canadense alocou aproximadamente C\$180 milhões no orçamento dos anos 2016-2017 com objetivo de apoiar o desenvolvimento de veículos elétricos de carregamento rápido, postos de abastecimento de gás natural e postos de abastecimento de hidrogênio.

##### China

No ano de 2018 o governo Chinês iniciou um programa de subsídio em forma de crédito com a intenção de incentivar o consumo dos veículos conhecidos como veículos elétricos de bairro ou NEV (*Neighborhood Electric Vehicle*).

Além disso, o governo chinês vem implementando gradativamente metas na otimização do consumo dos combustíveis nos veículos de uso geral. Existe uma meta para padronizar, em 2025, o consumo dos veículos produzidos em 25 Km/L.

### União Européia

Em dezembro de 2019, a Comissão Europeia apresentou a meta ambiciosa de atingir emissões líquidas zero de GEE até 2050. Foram implementados novos padrões de emissão de CO<sub>2</sub> no Regulamento da União Europeia 2019/631. Para carros leves fica padronizado um limite de 95 gCO<sub>2</sub>/km. Para veículos pesados ficou acordado que os mesmos precisam ser 15% mais eficientes até 2025 e, pelo menos, 30% mais eficientes até 2030.

### Estados Unidos

De acordo com o *Alternative Fuels Data Center*, todos os estados dos EUA, excetuando 4 deles, têm políticas de suporte à implantação comercial de veículos de combustível alternativo e/ou de sua infraestrutura de apoio. Dentre os estados que possuem estas políticas, 16 oferecem subsídios em todo o estado, créditos fiscais ou isenções ou reduções nas inspeções que explicitamente apoiam a compra de veículos elétricos para pessoas físicas.

Além disso, 42 estados têm políticas para ajudar a financiar a instalação ou operação de implantação de infraestrutura de carregamento (por exemplo, empréstimos a juros baixos etc.) e 17 para proprietários de frotas comprarem meios de transporte elétricos. Michigan recentemente aprovou um pacote legislativo com o objetivo de aumentar o acesso à infraestrutura de carregamento de veículos elétricos em propriedades estatais, empresas, edifícios com várias unidades e locais de trabalho. O Havaí lançou um programa de descontos de duas fases para apoiar a instalação de curto prazo de estações de carregamento de VEs que fornece dois tipos de descontos. Em 2020, Nova Jersey aprovou um ambicioso programa de implantação de veículos elétricos que definiu uma meta de 330.000 veículos na estrada até 2025 e 2 milhões até 2035, além da infraestrutura de carregamento necessária para cumprir a meta.

### **3.3.2. Penetração de carros híbridos e elétricos**

Segundo a *International Energy Agency* (IEA), existem 2 cenários possíveis para a penetração de carros híbridos e elétricos no mundo. Um dos cenários considera o impacto de medidas políticas, regulamentações e metas implementadas por cada país no aumento da produção e utilização de carros elétricos. O segundo é o cenário de desenvolvimento

sustentável, que leva em conta uma tentativa mais drástica de redução de emissões de gases poluentes e atingir as metas climáticas globais discutidas no Acordo de Paris.

No primeiro cenário, a estimativa é que a produção de veículos elétricos atinja o patamar de 50 milhões de veículos até 2025 e perto de 140 milhões no ano de 2030. Este crescimento seria, em média anual, de 30% ao ano. Com isso, é estimado que em 2030 os veículos elétricos correspondam a 7% da frota total de veículos no mundo. Em relação à comercialização, neste cenário, teríamos 14 milhões de veículos vendidos até 2025 e 25 milhões em 2030.

Já no cenário de desenvolvimento sustentável, a estimativa é ainda mais impactante. O estoque global de veículos elétricos atingiria 80 milhões de veículos em 2025 e um total de 245 milhões de veículos em 2030.

No gráfico abaixo, podemos observar que o crescimento na venda dos veículos elétricos e híbridos cresceu quase exponencialmente nos últimos 10 anos. O que demonstra que as políticas e regulamentações que estão sendo criadas nos últimos anos já vem surtindo efeito no incentivo ao uso deste tipo de veículo.

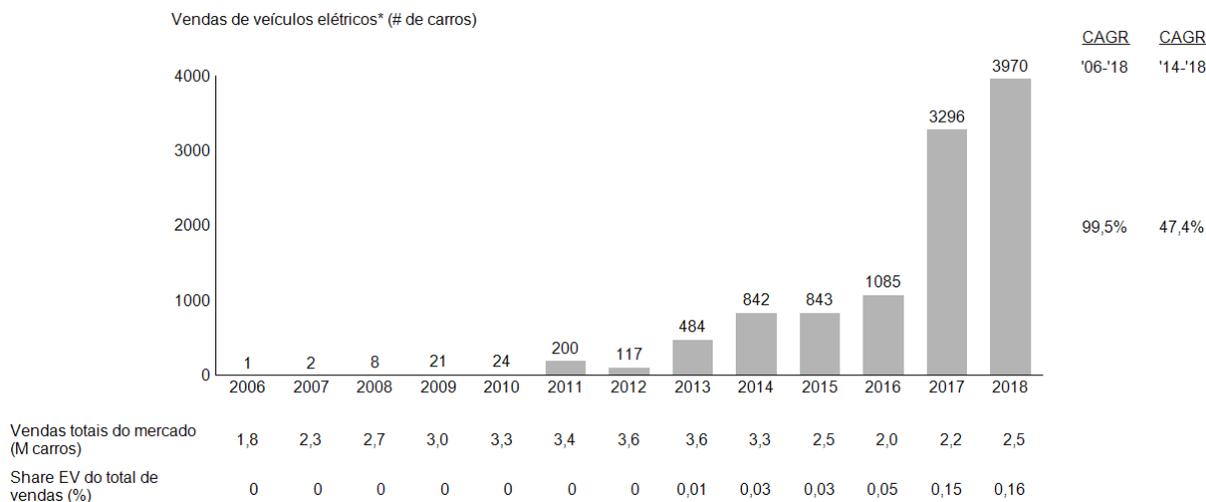


Figura 38: Vendas de veículos elétricos no mundo  
Fonte: Elaboração própria com dados do *Global EV Outlook 2018*

Apesar do crescimento acelerado, é importante ressaltar que a venda dos veículos elétricos está extremamente concentrada nos países mais desenvolvidos, sobretudo na Europa. Na Noruega, por exemplo, os carros elétricos já representam 39,20% da frota de veículos automotores. Enquanto em países menos desenvolvidos, como é o caso do Brasil, este tipo de veículo representa apenas 0,02% do total de veículos vendidos.

Portanto, o consumo deste tipo de combustível ainda é insignificante em praticamente todos os países, exceto na Noruega e na Suécia, se comparado com os combustíveis fósseis utilizados, como por exemplo a gasolina e o óleo diesel.

**Market share de carros elétricos (BEV e PHEV) por país (%)**

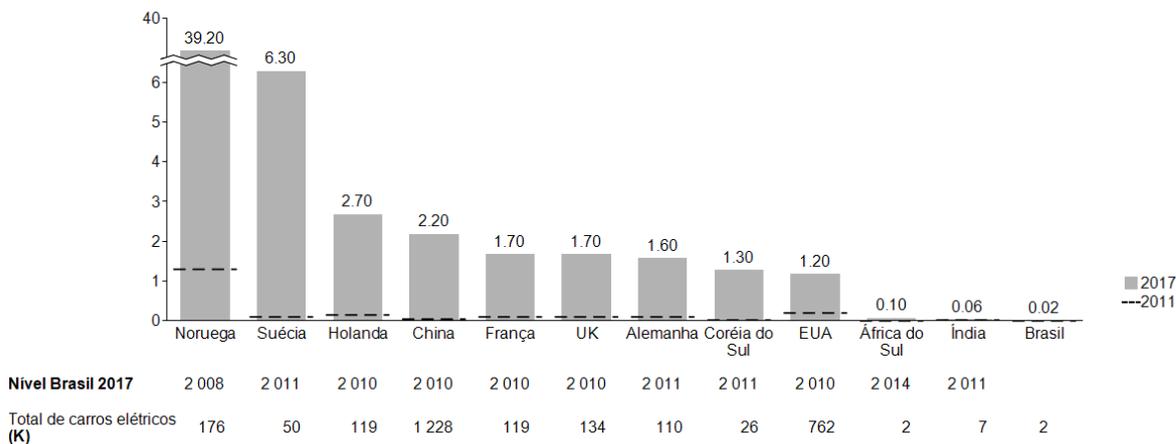


Figura 39: Participação de carros elétricos na frota de veículos por países  
 Fonte: Elaboração própria com dados do *Global EV Outlook 2018*

### 3.3.3. Penetração de biocombustíveis

Como mencionado em itens anteriores, a crescente preocupação com a sustentabilidade tem gerado grandes incentivos e mudanças no padrão de consumo da sociedade como um todo. A busca por fontes de energia limpa tem incentivado não só maiores investimentos em tecnologias de produção de combustíveis alternativos, mas também o aumento do consumo de biocombustíveis como o etanol e biodiesel.

Em 2018, houve um aumento de 9,7% na produção de biocombustíveis, maior crescimento dos últimos 10 anos. A produção de etanol chegou a 60,4 milhões de toneladas equivalentes, sendo 56% dessa produção fornecida pela América do Norte, enquanto a produção de biodiesel alcançou 34,9 milhões de toneladas equivalentes, sendo a Europa a maior região produtora, representando 37% da produção global.

No entanto, como é mostrado no gráfico abaixo, apesar da produção de biocombustíveis estar aumentando nos últimos anos, essa produção ainda é muito concentrada em poucos países, principalmente das Américas, como EUA, Brasil e Canadá, e na China.

### Produção de biocombustíveis

(Milhões de toneladas de óleo equivalente)

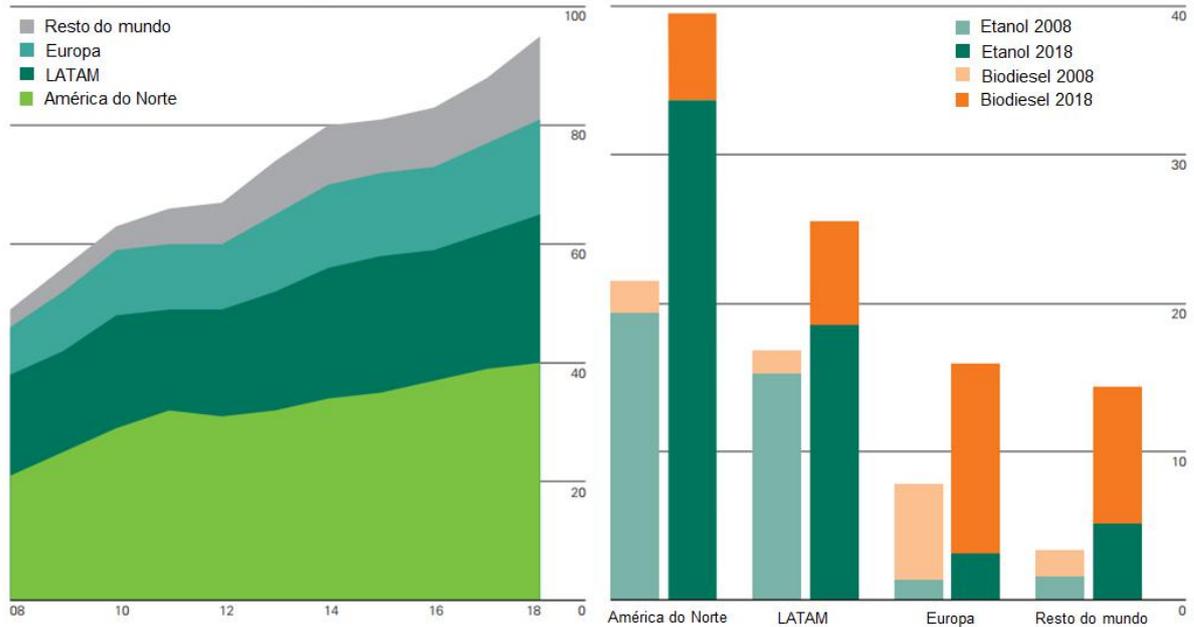


Figura 40: Produção histórica de biocombustíveis por região

Fonte: Elaboração própria com dados do *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

Em termos de consumo de biocombustíveis, podemos observar pelos dados levantados da BP, uma tendência de aumento no consumo global de biocombustíveis. No período entre 2008 e 2018 o consumo global de biocombustíveis teve um aumento absoluto de 93% e um crescimento anual médio de aproximadamente 7%.

### Consumo de biocombustíveis - Mundo

(Milhões de barris por dia – Mbpd)

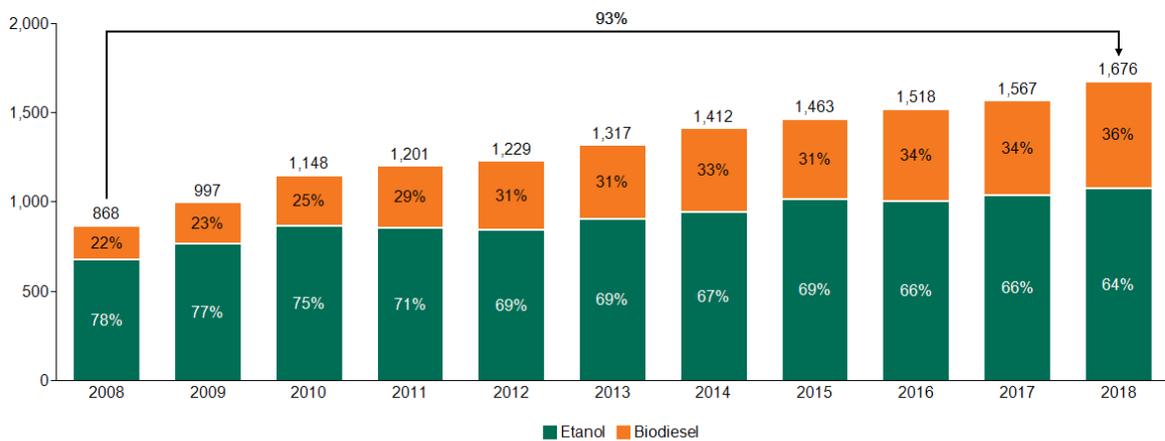


Figura 41: Consumo global de biocombustíveis

Fonte: Elaboração própria com dados do *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

No entanto, apesar do exponencial aumento tanto no consumo como na produção de biocombustíveis, principalmente do etanol, esse mercado ainda se encontra muito concentrado em poucos países, com destaque para Estados Unidos e Brasil, que juntos, representaram aproximadamente 70% do consumo global em 2018.

**Consumo de biocombustíveis por região - Mundo**  
(Milhões de barris por dia - Mbpd)

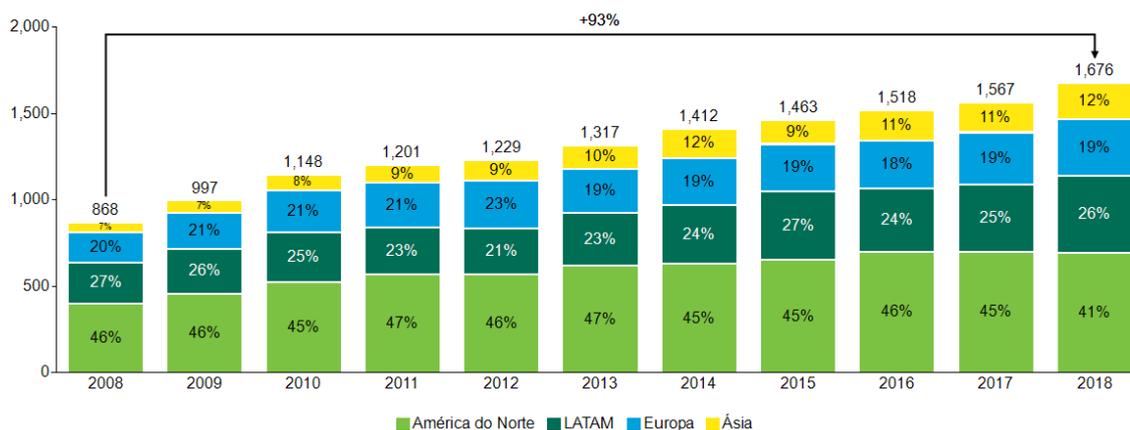


Figura 42: Consumo global de biocombustíveis por região

Fonte: Elaboração própria com dados do *Global Energy Outlook: 2019 Edition – BP*

### 3.4. TENDÊNCIAS DO MERCADO NACIONAL DE COMBUSTÍVEIS

Analisadas as possíveis tendências do mercado de combustíveis como um todo, volta-se a discussão agora para as tendências do mercado nacional. O objetivo desta seção é, portanto, entender a aplicação desses fatores já discutidos no cenário global, para o caso específico do mercado brasileiro. Adicionalmente às discussões sobre as regulações e incentivos do mercado para fins automotivos, a penetração de carros híbridos e elétricos e a penetração de biocombustíveis, inclui-se, ainda, um fator de possível relevância para o caso do Brasil que é a penetração do GNV como combustível de consumo geral.

#### 3.4.1. Regulações ambientais

Como comentado em itens anteriores, o Brasil ratificou o acordo de Paris em 12/09/2016 comprometendo-se com uma redução de 43% nas emissões de carbono. Relacionado a isso, o país pretende aumentar a participação dos biocombustíveis em sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030 contra os 9% atualmente.

Com isso, no dia 26/12/2017 foi sancionada a Lei nº 13.576 que instituiu a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) que integra parte da política energética nacional

tratada na lei nº 9.478/1997. Com esta Lei, o país comprometeu-se a contribuir para atender os compromissos firmados no Acordo de Paris, ratificado como dito no parágrafo anterior. Comprometeu-se também a promover a expansão da produção e do consumo de biocombustíveis como alternativa em sua matriz energética nacional, bem como contribuir com o aumento da eficiência energética a fim de reduzir as emissões de gases do efeito estufa durante a produção, comercialização e utilização de biocombustíveis.

Portanto, espera-se que estas regulações diminuam o crescimento da demanda por combustíveis fósseis, distribuindo a matriz energética veicular e incentivando o consumo de fontes renováveis, de forma que, mesmo com o aumento da população e, conseqüentemente, da frota de veículos, o crescimento pela demanda de Gasolina seja menos acentuado.

### 3.4.2. Penetração de carros híbridos e elétricos

Como visto anteriormente, os veículos elétricos vêm sendo muito incentivados ao redor do mundo, apesar de, em quase todos os países, a porcentagem de veículos elétricos ainda ser insignificante. Entretanto, ao analisarmos o caso do Brasil, vemos uma situação diferente dos países desenvolvidos, como apresentados na seção anterior. Além da quantidade de veículos elétricos ser ainda mais insignificante do que em países desenvolvidos, vemos também uma infraestrutura praticamente inexistente no Brasil para este tipo de fonte renovável e um, ainda, elevado custo dos veículos híbridos ou elétricos no mercado nacional.

Pelo gráfico abaixo podemos perceber que o mercado de veículos elétricos no Brasil é praticamente irrelevante se comparado com países desenvolvidos, com destaque para a Noruega que já possui quase 40% de sua frota de veículos utilizando a fonte elétrica no setor de transportes, ainda que pequena, utilizando este tipo de fonte renovável.

**Registro de veículos elétricos - Brasil**  
(# de veículos)

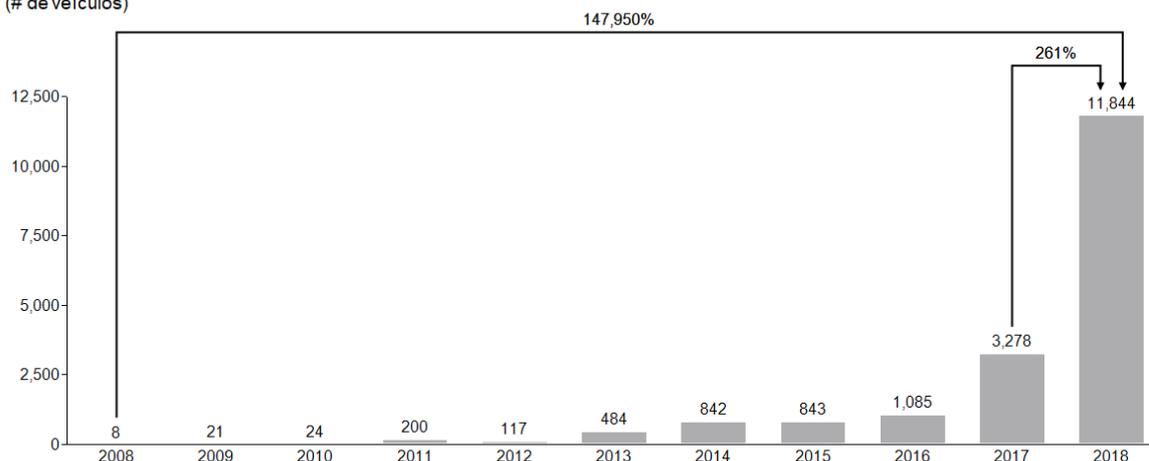


Figura 43: Número de veículos elétricos no Brasil

Fonte: Elaboração própria com dados do Anuário da Indústria Automobilística Brasileira - ANFAVEA

Apesar disso, se analisarmos o mercado brasileiro especificamente, sem comparação com outros países, podemos perceber um crescimento acentuado na venda de veículos elétricos, como mostra o gráfico abaixo. Obviamente, esta quantidade é considerada irrisória se comparada com a frota total de veículos no país atualmente. Entretanto, indica uma tendência evidente do potencial do fomento dos veículos elétricos no país, podendo assim indicar, em longo prazo, que o Brasil terá uma parte de sua frota.

### **3.4.3. Penetração de biocombustíveis**

Desde a década de 1970, após a primeira crise do petróleo, os governos iniciaram a criação de programas de incentivo e financiamento de pesquisas de fontes de energia alternativas com o objetivo de reduzir a dependência do petróleo e seus derivados na matriz energética. A crescente preocupação com o impacto ambiental da combustão dos produtos fósseis incentivou, ainda, a utilização de fontes renováveis e mais limpas como alternativa aos combustíveis fósseis. Desde então, os biocombustíveis (combustíveis derivados de biomassa renovável, como cana-de-açúcar, milho, óleos vegetais, entre outros) começaram a atingir maior visibilidade e importância na discussão de energia mundial, uma vez que, além de serem fontes renováveis de energia, emitem uma quantidade menor de gases de efeito estufa quando são queimados.

No Brasil, a história dos biocombustíveis começou em 1905 com a utilização do álcool como combustível. O país foi um dos pioneiros a deter tecnologia para produção do álcool combustível e comercializar em grande escala. Em 1975, o governo brasileiro criou o Programa Nacional do Álcool, conhecido como Proálcool, com o objetivo de incentivar a adição de etanol à gasolina. Com o segundo choque do petróleo, em 1979, surgiram os primeiros automóveis movidos a álcool e os investimentos em tecnologia, unidades produtoras e plantação de cana-de-açúcar (matéria-prima para produção do álcool) ganharam ainda mais força. Em 2015, o teor obrigatório de álcool anidro na gasolina passou para 27%, gerando uma estabilidade ainda maior no mercado de etanol no Brasil.

Além disso, observando a curva de crescimento da venda do biodiesel podemos perceber que o início do consumo no país teve relação direta com a implementação do artigo 2º da Lei nº 11.097/2005 que tornou obrigatório a utilização de pelo menos 2% de Biodiesel puro (B100) misturado ao Diesel fóssil.

Evolução percentual de teor de biodiesel puro (B100) presente no diesel fóssil no Brasil:

- 2003: tornou-se facultativo
- Jan/2008: 2%
- Jul/2008: 3%
- Jul/2009: 4%
- Jan/2010: 5%
- Ago/2014: 6%
- Nov/2014: 7%
- Mar/2017: 8%
- Mar/2018: 10%
- Mar/2019: 11%
- Mar/2020: 12%

Em setembro de 2020, a porcentagem retornou para o patamar do ano de 2018, tornando a porcentagem obrigatória para a mistura de, no mínimo, 10% por conta da crise de oferta de biodiesel. A crise de oferta do biodiesel aconteceu no ano de 2020 devido a uma alta demanda pelo trigo brasileiro pela China, tornando mais rentável para os agricultores brasileiros vender o trigo puro aos chineses ao invés de incluírem suas propriedades à cadeia produtiva dos biocombustíveis, reduzindo assim a oferta do mesmo no Brasil. Com isso, o governo foi obrigado a reduzir a porcentagem de B100 na mistura, pois iria impactar diretamente no custo do diesel, e afetar diretamente o preço de todos os produtos que utilizam o modal rodoviário para realizar o frete.

Graças ao clima tropical e o vasto território disponível para a prática agrícola de grãos e cana-de-açúcar, além do investimento em tecnologia por parte do governo, o Brasil obteve os recursos necessários para se tornar referência mundial em produção de biocombustíveis. Em 2018, segundo o relatório da BP (2019), o país foi o segundo maior produtor do mundo, produzindo um volume de 413 mil barris de óleo equivalente por dia, o equivalente a 23% da produção mundial (1.787 mil barris de óleo equivalente por dia).

**Produção de biocombustíveis - Brasil**  
(Milhões de metros cúbicos – Mm<sup>3</sup>)

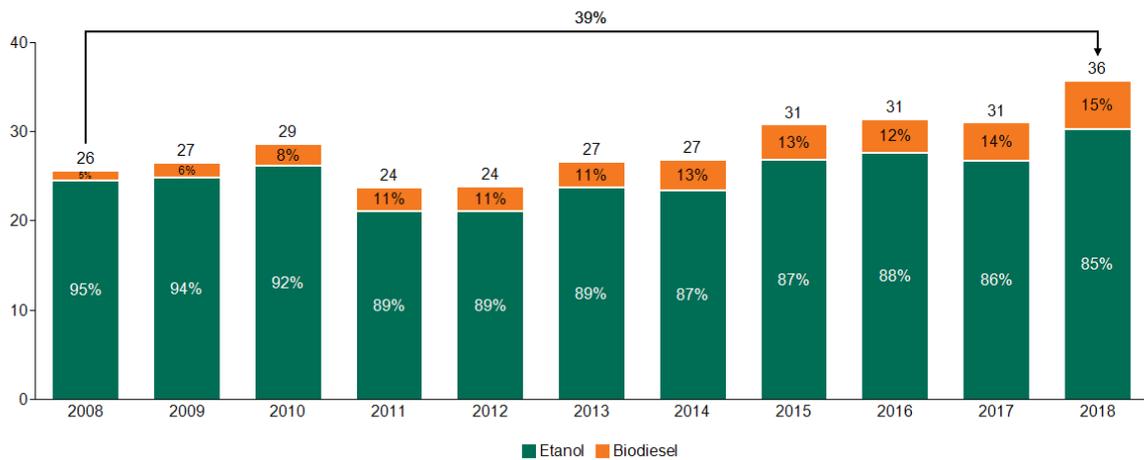


Figura 44: Produção histórica de biocombustíveis no Brasil  
Fonte: Elaboração própria com dados da ANP

No entanto, apesar do Brasil possuir características propícias para a disseminação do consumo dos biocombustíveis, os biocombustíveis ainda representam, aproximadamente, 15% do volume total de combustíveis no país, como apresentado anteriormente na seção de consumo histórico nacional.

#### 3.4.4. Penetração de GNV

O gás natural é uma fonte de energia que vem ganhando espaço entre alternativas menos poluentes de combustíveis no Brasil, embora seja um caso à parte da maioria dos países. Por possuir uma grande reserva de gás natural, por ser um país em desenvolvimento e por haver alguns benefícios fiscais para os consumidores deste tipo de combustível, o consumo no Brasil acaba sendo maior do que nos países desenvolvidos com reserva de gás natural na mesma proporção. De acordo com dados da ANP, o consumo de gás natural passou de 27,6 bilhões em m<sup>3</sup> em 2010 para 35,8 bilhões em 2019 no Brasil, aumento em quase 30%.

O gás natural veicular é apenas uma das possibilidades de consumo desta fonte de energia. No Brasil é comum vermos veículos de transporte coletivo como táxis, transporte por aplicativo e vans, por exemplo, utilizando este combustível, por conta de seu baixo custo. Entretanto, há uma barreira para a utilização desta fonte, visto a necessidade de modificar e incluir alguns equipamentos no veículo para poder utilizá-la tem um elevado custo inicial. Por conta disso, apenas consumidores que utilizam os seus veículos com maior frequência acabam optando por esta alternativa.

Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, entre 2001 e 2006, houve um aumento acentuado na frota de veículos movidos a GNV. No entanto, a partir de 2007 o número de conversão de GNV diminuiu drasticamente. Uma das explicações para a desaceleração é a crise de abastecimento de gás natural ocorrida em 2007, fazendo que o consumo de gás natural para fins de transporte ficasse em segundo plano. Além disso, com a expansão dos veículos “*flex fuel*” houve um crescimento na concorrência com veículos movidos à etanol que, como visto anteriormente, vem ganhando um espaço cada vez maior no mercado nacional.

Atualmente o gás natural veicular representa, de acordo com dados de 2018 da PLURAL, menos de 4% da matriz veicular nacional, sendo o combustível menos consumido no país. Sendo assim, e levando em conta a redução na conversão de veículos GNV nos últimos anos, podemos esperar que a penetração do GNV no mercado brasileiro não deve ser muito alterada nos próximos anos, gerando, portanto, pouco impacto negativo na demanda de gasolina no Brasil.

#### **4. ANÁLISE DA DEMANDA DE GASOLINA NO BRASIL**

Com os panoramas das indústrias de petróleo e combustíveis apresentados, construiu-se o contexto necessário sobre as principais tendências de mercado, para guiar o exercício de projeção de demanda. Este capítulo se dedica, portanto, a desenvolver possíveis cenários do consumo de gasolina em 2030, foco principal do trabalho.

Primeiramente, é feita uma explicação breve sobre o racional do modelo, as premissas utilizadas e os principais cálculos realizados para, então, desenvolver a análise dos cenários de projeção em si. Esses cenários foram construídos seguindo a mesma lógica da projeção de referência do capítulo 2 (IEA, 2018), portanto, serão apresentados três possíveis cenários com diferentes premissas a respeito da intensidade de mudanças políticas, tecnológicas e comportamentais que podem impactar a demanda por gasolina. Por fim, os autores se propõem, ainda, a desenvolver uma análise secundária sobre o impacto da pandemia do COVID-19 no consumo brasileiro de gasolina para o cenário escolhido como base.

## 4.1. RACIONAL, PRINCIPAIS CÁLCULOS E PREMISSAS DO MODELO

### 4.1.1. Racional geral

Para determinar a demanda por qualquer bem, produto ou serviço, é necessário compreender, primeiramente, quais são as fontes de demanda por ele. No caso da gasolina, a demanda é proveniente quase que exclusivamente (EIA) da necessidade de abastecimento da frota de veículos do país. Dessa forma, a primeira premissa adotada pelos autores para a construção do modelo de projeção é que a demanda total por gasolina será derivada do volume consumido pela frota de veículos circulante.

Tomada essa decisão, deve-se considerar, então, quais são os principais fatores que impactam a demanda por gasolina advinda da frota nacional de veículos. O primeiro desses fatores é o desempenho econômico do país, que influencia diretamente o poder de compra da população e, por isso, o tamanho total da frota circulante. Além de compreender seu tamanho, é fundamental também entender sua composição, ou seja, como seu volume de veículos está distribuído entre as diferentes tecnologias de abastecimento, uma vez que nem todos eles são movidos a gasolina.

Os veículos flex, especificamente, merecem atenção especial, já que proporcionam ao motorista a possibilidade de alternar entre etanol e gasolina. Essa preferência é variável e dependente, como veremos ainda adiante, principalmente do preço relativo entre os dois combustíveis. Por fim, uma série de outros fatores menores devem também ser levados em conta, como a eficiência e a taxa de sobrevivência dos automóveis.

Novamente, devido à incerteza atrelada à efetivação das tendências discutidas nos capítulos anteriores, utilizadas como base do modelo, e ao exercício de projeção em si, torna-se conveniente a análise do consumo de gasolina pela ótica de três diferentes cenários. Seguindo a mesma lógica do relatório da IEA 2018, o cenário otimista considera valores mais positivos do ponto de vista do mercado de gasolina, ou seja, todas as variáveis consideradas geram, no fim da análise, um maior consumo de gasolina no mercado brasileiro em 2030. Para o cenário conservador, o oposto acontece e os fatores considerados na modelagem geram, portanto, projeções menos favoráveis ao mercado de gasolina. Para o cenário base, uma visão intermediária foi construída. Este último cenário é o que os autores consideram como mais provável e, por isso, foi o escolhido para realizar a análise dos impactos gerados pela pandemia da COVID-19.

#### 4.1.2. Principais cálculos

Para chegarmos na demanda brasileira de gasolina em 2030, primeiramente, foi necessário estimar o consumo de gasolina equivalente por estado, ou seja, o consumo de gasolina considerando o percentual obrigatório de etanol hidratado presente na mistura. Para calcular o consumo de gasolina equivalente por estado foram consideradas duas variáveis: o consumo médio por carro e o volume de carros circulantes no Brasil.

O consumo médio por carro foi estimado a partir da eficiência dos veículos e da quilometragem média por carro (ANFAVEA e Abraciclo), que, por sua vez, foi calculada pelo volume de gasolina equivalente consumida (ANP), pela eficiência média e pelo número de carros circulantes, todos dados de 2018.

Para o cálculo da frota circulante no Brasil foi considerada a projeção de venda de veículos da ANFAVEA, o mix da frota por tipo de combustível (premissa dos autores) e a taxa de sobrevivência desses veículos.

Estimado o consumo de gasolina equivalente por estado, foi feito, então, um ajuste considerando a variação do preço do etanol em relação ao preço da gasolina. Como os motoristas de carro flex obtém a opção de abastecer seus veículos com ambos os combustíveis, considerou-se como fator decisório a diferença de preço entre esses combustíveis. Por isso, para entender a influência da variação do preço (ANP) relativo do etanol no volume de gasolina pura consumida (ANP), foi construída uma curva que cruza ambos os fatores por estado. Dessa forma, foi possível calcular o percentual médio de gasolina pura consumida por litro de gasolina equivalente e, portanto, o consumo total de gasolina pura por estado.

Por fim, calculado o consumo de gasolina, foi feito, ainda, um ajuste considerando o desempenho econômico de cada estado, utilizando como indicador o PIB (Banco Central), chegando, dessa forma, no valor final de consumo de gasolina C no Brasil em 2030.

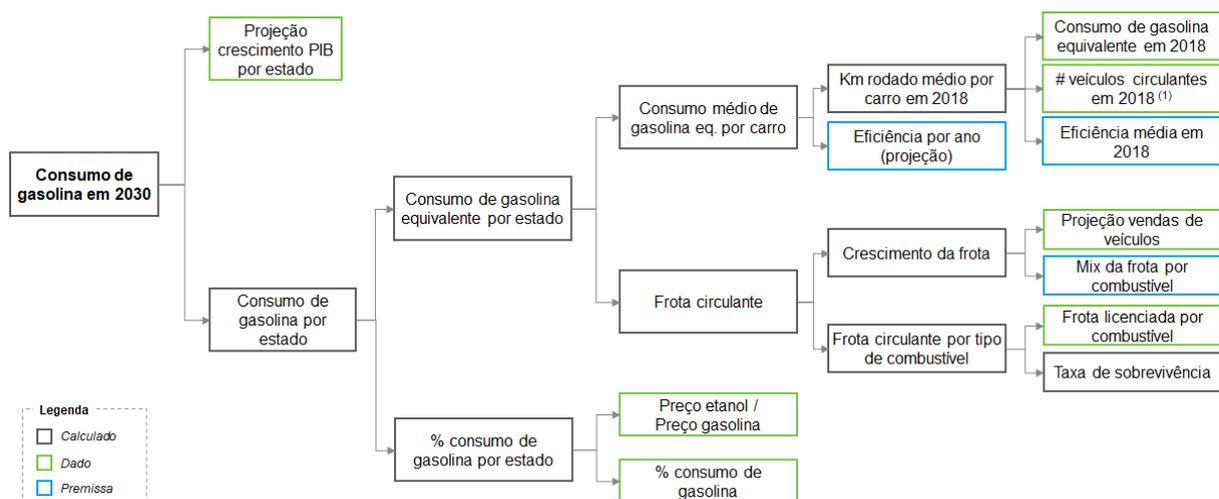


Figura 45: Racional utilizado para construção do modelo de projeção de gasolina  
 Fonte: Elaboração própria

Um resumo dos cálculos realizados é apresentado na tabela abaixo:

Variável	Cálculo
<b>Taxa de sobrevivência da frota</b>	• Número de carros do ano n presentes na frota circulante de 2018 dividido pelo número de licenciamentos no ano n
<b>Frota circulante por tipo de combustível</b>	• Cruzamento do número de licenciamentos de veículos por tipo de combustível com taxa anual de sobrevivência da frota
<b>Adição de motocicletas na frota</b>	• Motocicletas convertidas em veículos equivalentes de acordo com a relação de eficiência (km/l) entre veículos e motocicletas - 1 motocicleta = ~ ¼ veículo
<b>Rateio do consumo de gasolina por estado</b>	• Rateio de acordo com consumo de gasolina equivalente em 2018 e ajustado até 2030 conforme a projeção de crescimento do PIB estadual
<b>Gasolina equivalente</b>	• Gasolina C + (70% * Etanol Hidratado)
<b>Quantidade de Km rodados por veículo equivalente por ano</b>	• (Quantidade de gasolina equivalente consumida em 2018 * Eficiência) / Número veículos equivalentes por tipo de combustível em 2018
<b>Proporção de consumo etanol e gasolina por estado</b>	• Construção de uma curva de preço etanol/gasolina x consumo de gasolina para cada estado utilizando dados de preço e volume mensais de gasolina C e etanol hidratado de 2015 a 2019 e extrapolados através da relação global para dados faltantes
<b>Projeção demanda Gasolina C</b>	• Consumo total de gasolina equivalente = (Quantidade de km rodados * eficiência por tipo de combustível) / Frota por tipo de combustível • Consumo de gasolina equivalente por estado = Consumo total de gasolina equivalente * % consumo de gasolina equivalente por estado em 2018 • Consumo de Gasolina C por estado = Consumo de gasolina equivalente por estado * % de gasolina consumida de acordo com a razão de preço etanol/gasolina • Consumo de Etanol Hidratado por estado = (1 - Consumo de Gasolina C por estado) / 70%

Figura 46: Principais cálculos do modelo de projeção de gasolina  
 Fonte: Elaboração própria

### 4.1.3. Premissas

Apresentados os principais cálculos realizados no modelo, volta-se agora para a introdução das premissas utilizadas como base para as projeções.

Como foram construídos três diferentes cenários, cada um deles foi desenvolvido, portanto, a partir de diferentes premissas. Dessa forma, serão apresentadas, primeiramente, as principais premissas que diferenciam esses cenários para, posteriormente, entrarmos mais a fundo nas premissas numéricas assumidas nas projeções.

Os principais fatores utilizados para diferenciar os cenários foram: a venda de veículos, que por sua vez é influenciada pelo PIB, a penetração de carros híbridos e elétricos, o consumo de etanol e o consumo de GNV (principais substitutos da gasolina).

Para o cenário base, considerou-se os valores projetados pela ANFAVEA para o volume de veículos vendidos, uma recuperação moderada da economia, com crescimento do PIB de 2,5% ao ano (Banco Central), um crescimento moderado da penetração de veículos híbridos e elétricos, atingindo 1% da frota em 2026 (PDE e 7 anos de defasagem em relação aos EUA), manutenção do consumo atual de etanol hidratado (ANP, 2018) e manutenção da representatividade de GNV de aproximadamente 3,8% (ANP, 2018).

Para o cenário otimista, do ponto de vista do mercado de gasolina, foi considerado um aumento de 10% da venda de veículos em relação aos valores do cenário base, um crescimento mais acelerado do PIB, de 3,5% ao ano, uma baixa penetração de carros híbridos e elétricos, atingindo somente 0,5% da frota em 2026 (crescimento abaixo ao dos países desenvolvidos, segundo a ANFAVEA), uma redução do volume de etanol consumido (migração do mix de etanol para histórico) e a manutenção da representatividade atual de GNV.

Já para o cenário pessimista, do ponto de vista da mercado de gasolina, assumiu-se uma queda de 10% da venda de veículos em relação aos valores do cenário base, uma recuperação desacelerada da economia, com crescimento de somente 1,5% ao ano do PIB, uma maior penetração de carros híbridos e elétricos, atingindo 2% da frota em 2026 (defasagem de 7 anos em relação à China, segundo a ANFAVEA), um aumento significativo do consumo de etanol com a implementação do RenovaBio (valores do PDE 2027) e um aumento da representatividade do GNV, atingindo 7,6% da frota total de 2030.

Além das premissas apresentadas acima para cada um dos cenários, a tabela abaixo apresenta as demais premissas gerais utilizadas na construção dos modelos:

Variável	Cenário Base	Racional
<b>Eficiência veículos flex utilizando gasolina comum</b>	11,4 Km/L	Média ponderada da eficiência dos top 30 carros mais vendidos no Brasil em 2018 (~70% do total de vendas)
<b>Eficiência veículos híbridos</b>	23,8 Km/L	Eficiência do Toyota Prius - híbrido mais vendido no Brasil
<b>Eficiência motocicletas</b>	41,9 Km/L	Média ponderada da eficiência das top 20 motocicletas mais vendidas no Brasil em 2018 (~90% do total de vendas)
<b>Aumento da eficiência</b>	1% a.a.	Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 – Aumento de 1% ao ano na eficiência dos carros adicionados a frota
<b>Poder energético Etanol/Gasolina</b>	70%	Relação entre o poder energético entre etanol hidratado e gasolina comum
<b>% Etanol na gasolina</b>	27%	Resolução atual determina 27% de etanol anidro na composição da gasolina C
<b>Preço Etanol/Gasolina por estado</b>	Ratio 2018	Preço médio anual do etanol hidratado e gasolina comum por estado divulgado pela ANP

Figura 47: Premissas genéricas dos modelos de projeção de gasolina  
Fonte: Elaboração própria

#### 4.2. RESULTADOS DAS PROJEÇÕES DE DEMANDA DE GASOLINA C EM 2030

Explicitadas a lógica utilizada para construção dos modelos, os principais cálculos e premissas, volta-se nesta seção para a discussão dos resultados.

Primeiramente, será apresentado os resultados da modelagem para os três cenários (otimista, base e conservador), nos quais foram considerados somente fatores estruturais nos exercícios de projeção. Como já explicado no capítulo 2, os fatores estruturais são os que ditam o andamento do mercado no longo prazo e são possíveis de serem previstos, como os apresentados na seção anterior: crescimento econômico (variação do PIB), mudanças comportamentais de consumo (consumo por veículos elétricos e híbridos, consumo de etanol e GNV), entre outros.

Depois, será apresentada uma análise sobre o possível impacto da pandemia do COVID-19 na projeção intermediária, escolhido pelos autores como cenário base, para ilustrar a variação provocada por tal fator. Como a pandemia é considerada um fator de choque, veremos mais à frente, que seu impacto será significativo no curto prazo, mas no longo prazo, perde relevância e o mercado volta a se comportar segundo os fatores estruturais.

A figura abaixo mostra os valores considerados nos modelos de projeção para o tamanho da frota de veículos circulante, principal fator utilizado para construção dos cenários.

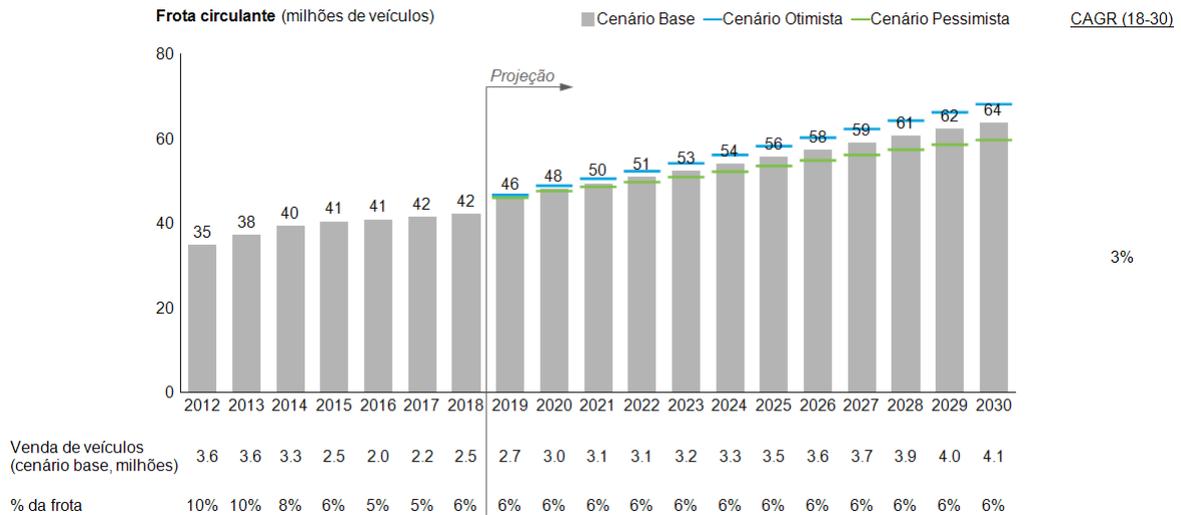


Figura 48: Cenários de projeção da frota circulante de veículos  
 Fonte: Elaboração própria com dados da ANFAVEA, Banco Central e premissas do modelo

De acordo com os modelos construídos segundo os cálculos e premissas já esclarecidas nas seções anteriores, a previsão de demanda de gasolina para cada um dos cenários em 2030 é:

- Cenário otimista: 61 milhões de metros cúbicos
- Cenário base: 50 milhões de metros cúbicos
- Cenário pessimista: 37 milhões de metros cúbicos

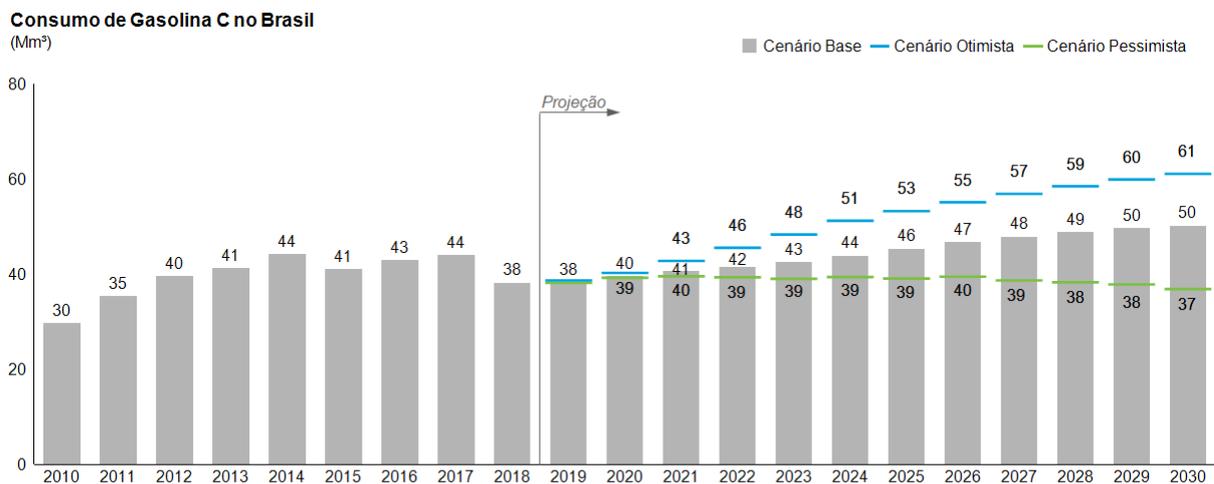


Figura 49: Cenários de projeção da frota circulante de veículos  
 Fonte: Elaboração própria segundo resultados dos modelos de projeção

De acordo com as projeções, a expectativa é de crescimento gradual da demanda por gasolina C para os cenários base e otimista. Já para o cenário pessimista, cujas premissas são

mais conservadoras e espera-se uma maior implementação de medidas relacionadas ao consumo sustentável, a expectativa é de redução do consumo de gasolina.

Como essas projeções foram feitas considerando somente os fatores estruturais desse mercado e atualmente estamos vivendo os impactos de um fator de choque, que é a pandemia do COVID-19, os autores se propuseram a construir uma análise secundária para entender os efeitos da pandemia nas projeções originais.

As variáveis afetadas pela ocorrência da pandemia podem ser agrupadas, de modo geral, em duas transformações. Em primeiro, observa-se certas mudanças nos hábitos de consumo, ocasionadas pelo “*lockdown*” e o conseqüente “novo normal”. Além disso, tem-se também a transformação resultante da desaceleração das atividades comerciais, que tem gerado desemprego crescente e, portanto, redução do poder de consumo da população. Para representar os efeitos advindos dessas novas condições, os autores consideraram o impacto resultante em termos de PIB e volume de veículos vendidos. Para ambos os fatores foram considerados dois cenários de impacto. O primeiro, chamado de cenário pós-COVID conservador, com menores variações em relação às projeções originais, e um segundo, chamado de cenário pós-COVID pessimista, apresentando variações maiores em relação aos valores originais.

Para os valores do PIB, utilizou-se como premissa as projeções do Banco Central. Para o cenário pós-COVID conservador, foi considerado uma queda de 3,5% em 2020 e uma retomada nos anos seguintes com crescimento de 3,5% em 2021, e valores atingindo o mesmo patamar das projeções originais para os anos seguintes. Para o cenário pós-COVID pessimista, considerou-se uma variação mais agressiva de - 7% em 2020, - 1% em 2021 e uma retomada mais lenta em relação às projeções originais de 2% em 2022 e 1,7% no longo prazo.

Para as mudanças no volume da frota de veículos, utilizou-se como referência relatórios da ANFAVEA. O cenário pós-COVID conservador prevê um tamanho da frota, em milhões de veículos, de 48,3 até no curto prazo (até 2022), 50,8 no médio prazo (até 2025) e 55,4 no longo prazo (até 2030). Para o cenário pós-COVID pessimista, os tamanhos das frotas, em milhões de veículos, considerados são de 46,6 no curto prazo, 47,1 no médio prazo e 48,4 no longo prazo.

Com essas alterações, a frota circulante é reduzida entre 14% e 25% em relação ao cenário base original, como mostra a figura abaixo.

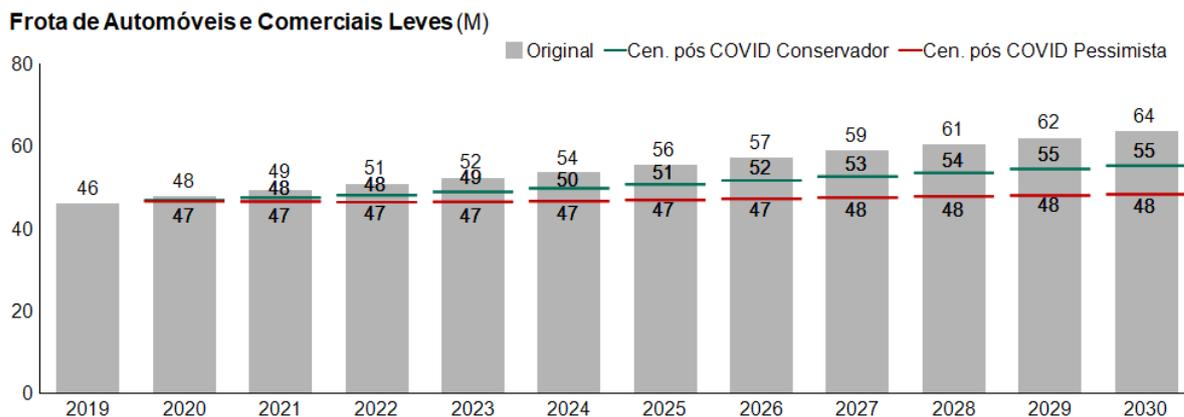


Figura 50: Cenários de projeção frota circulante de veículos pós COVID-19  
 Fonte: Elaboração própria segundo resultados dos modelos de projeção

Com a redução da frota circulante e decrescimento econômico, espera-se que haja, conseqüentemente, uma redução na demanda por gasolina. A figura abaixo mostra os resultados da análise secundária sobre o impacto da pandemia do COVID-19 no cenário base de projeção de demanda de gasolina.

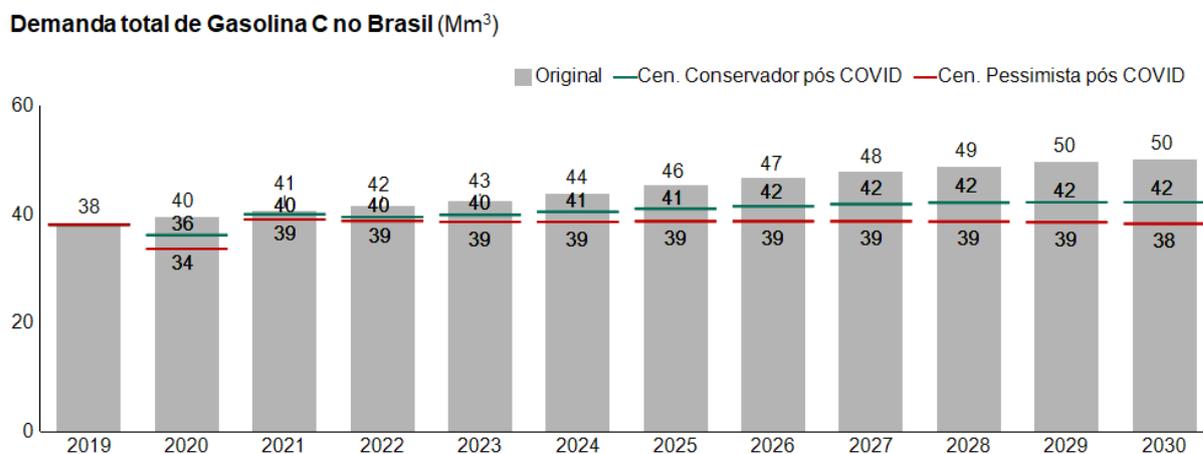


Figura 51: Cenários de projeção de demanda de gasolina pós COVID-19  
 Fonte: Elaboração própria segundo resultados dos modelos de projeção

Pode-se observar, portanto, que o *lockdown* gerou um impacto significativo na demanda de gasolina em 2020 com redução entre 9% e 15% em relação ao cenário base original. No entanto, a expectativa é de recuperação em 2021 com queda de somente 4% em relação ao cenário original. No longo prazo, o menor crescimento da frota de veículos circulantes leva o consumo de gasolina para um novo patamar, com redução entre 16% e 24% em relação ao cenário original. Além disso, comparando a projeção do consumo de gasolina com a capacidade de produção nacional (exposta no capítulo anterior), pode-se concluir que o país continuará

parcialmente dependente de importações para contemplar toda a demanda nacional pelo combustível.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este projeto de graduação teve como objetivo principal apresentar um estudo de projeção de demanda de gasolina tipo C no Brasil até 2030. Tratou-se, ainda e para isso, do panorama histórico e atual do setor de energia, bem como do mercado de combustíveis ambos em um contexto global e nacional.

O trabalho contribuiu, dessa forma, para oferecer um entendimento das principais características dos mercados de energia e combustíveis, expondo informações sobre a demanda e oferta de cada fonte energética, seus principais produtores e consumidores, com foco especial na gasolina tipo C. Ofereceu, ainda, um amplo detalhamento sobre as tendências globais do setor de energia e combustíveis e como essas são refletidas no caso do mercado brasileiro. Expôs, por fim, uma análise secundária sobre os possíveis impactos que a pandemia COVID-19 pode gerar nesse mercado no cenário nacional.

O mercado de gasolina se mostrou relativamente estável frente às tendências atuais e mudanças observadas, principalmente em relação à crescente pressão pela introdução e desenvolvimento de combustíveis alternativos e mais sustentáveis. Mesmo com a grande produção de biocombustíveis e outras fontes de energia renovável no Brasil, a gasolina ainda deve permanecer no segundo lugar do ranking de consumo de combustíveis, perdendo somente para o diesel.

Mais que isso, o mercado de gasolina tem sido capaz de se manter relativamente firme mesmo em um cenário de pandemia mundial. Conforme observado pela análise de impacto da pandemia do COVID-19, esse fator deve interferir de forma mais intensa somente no curto prazo, até 2021. Passado esse cenário caótico, esse mercado deve voltar a se comportar de maneira similar às projeções apresentadas pelos cenários-base.

Convida-se futuros autores a manterem os estudos sobre o tema atualizados e ainda aprofundá-los, de forma a acompanhar as mudanças constantes deste mercado de natureza própria tão dinâmica. Uma análise de projeção de abordagem alternativa pode ser elaborada e usada como comparação e confrontamento das conclusões encontradas neste trabalho, conferindo maior robustez ao entendimento das variações e tendências do mercado de combustíveis e, mais especificamente, da demanda por gasolina.

Espera-se, por fim, que o trabalho possa contribuir para um melhor entendimento acadêmico sobre as indústrias abordadas e para a preservação inteligente e sem preconceitos da cadeia produtiva dessas indústrias no Brasil, que demonstrou capacidade competitiva e alcançou merecido destaque e respeito em escala global. Deseja-se, ainda, que o projeto ajude no fortalecimento, cuja importância é tão fundamental, da preocupação ambiental e com o desenvolvimento de tecnologias alternativas que possam garantir um consumo sustentável no futuro.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUTRA, L. Capital petróleo: a saga da indústria entre guerras, crises e ciclos. 1a Edição. Rio de Janeiro: Garamond, 2019.

BP - *British Petroleum. BP Energy Outlook 2019 edition.* 2019

BP - *British Petroleum. BP Statistical Review of World Energy.* 67a Edição. 2018.

EIA - Agência de Informação de Energia Norteamericana. *Global Oil Statistics.* 2019. Disponível em <<https://www.eia.gov/beta/international/>>

IEA - Agência Internacional de Energia. *World Energy Outlook.* 2018

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **A história do petróleo no Brasil.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/institucional/a-historia-do-petroleo>>

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **RenovaBio.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/producao-de-biocombustiveis/renovabio>>

Bain & Company. *Oil and liquids demand scenarios update: tracking key signposts and working through the trough.* 7 de Julho de 2020. Disponível em: <<https://www.bain.com/pt-br/insights/oil-and-liquids-demand-scenarios-update-tracking-key-signposts-and-working-through-the-trough-webinar/>>

OPEC - *Organization of the Petroleum Exporting Countries.* Disponível em: <[https://www.opec.org/opec\\_web/en/](https://www.opec.org/opec_web/en/)>

UN - *United Nations. The Sustainable Development Goals Agenda.* Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>>

O Pré-Sal. **Pré-Sal Petróleo**. Disponível em: < <http://www.presalpetroleo.gov.br/ppsa/o-pre-sal/caracteristicas>>

HISTÓRIA do petróleo. **MBP COPPE UFRJ**. Disponível em: <<http://petroleo.coppe.ufrj.br/historia-do-petroleo/>>

UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Disponível em: <<https://unfccc.int/>>

BACEN - BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Estatísticas**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estatisticas>>

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/>>

MME - Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Plano Decenal de Expansão de Energia**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia>>

ABARCICLO - Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares. **Dados do Setor**. Disponível em: <<https://www.abraciclo.com.br/site/>>

AFDC - *U.S Department of Energy* - <<https://afdc.energy.gov/data/>>

IEA - *International Agency of Energy*. **Global EV Outlook 2020**

BASTOS, SÉRGIO AUGUSTO PEREIRA. Conversão de veículos flex para o gás natural: problema de escassez e contribuição à sustentabilidade - Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ram/v15n5/07.pdf>>

SANTOS, ROBERTO AMARAL DE CASTRO PRADO. Veículos GNV, meio ambiente e

mercado de combustíveis - Disponível em: <[http://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2020/04/PB\\_04\\_Roberto-Santos\\_Veiculos-GNV\\_meio-ambiente\\_mercado-de-combustiveis.pdf](http://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2020/04/PB_04_Roberto-Santos_Veiculos-GNV_meio-ambiente_mercado-de-combustiveis.pdf)>