



Programa de Pós-Graduação em Energia - PPGE
Instituto de Energia e Ambiente - IEE
Universidade de São Paulo - USP

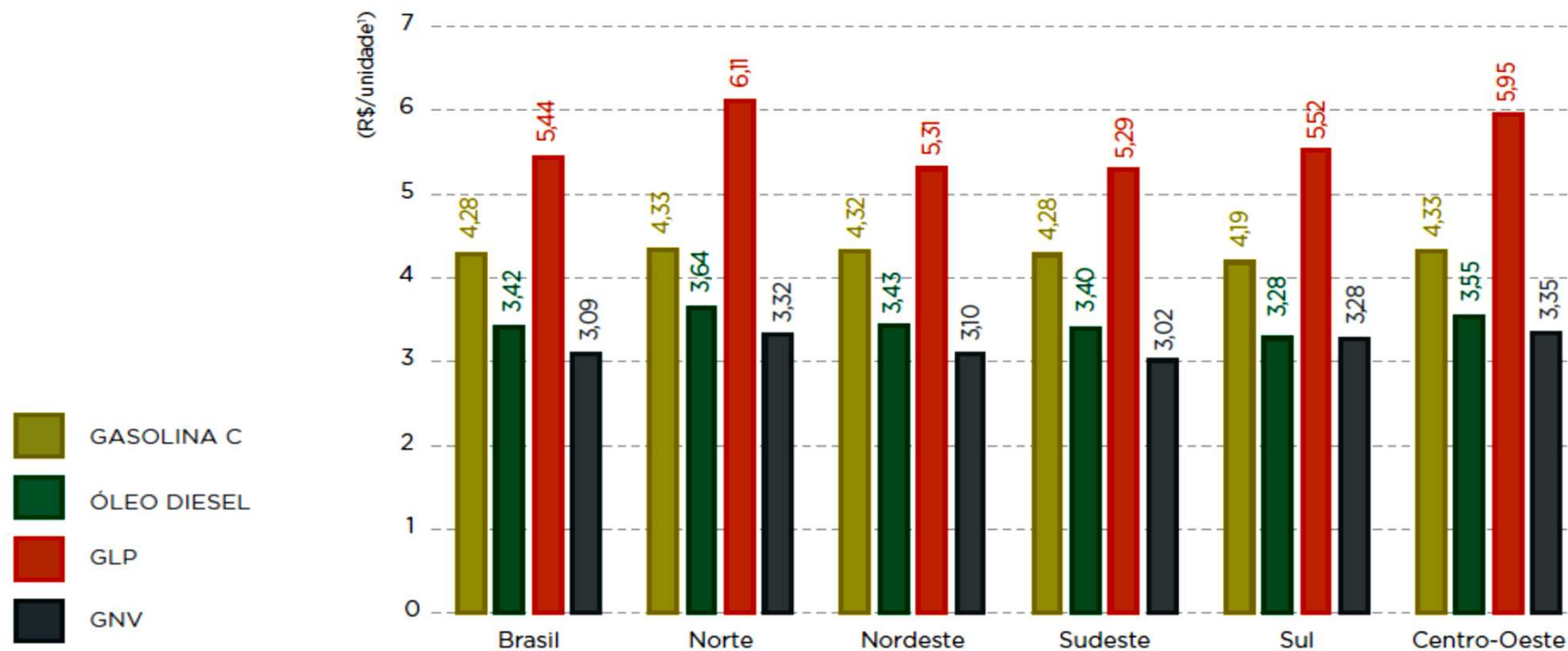
PEN 5002: Recursos e Oferta de Energia

Prof. Célio Bermann

Profa. Virgínia Parente

Aula substitutiva (09/6) Precificação dos Combustíveis

GRÁFICO 3.10. PREÇOS MÉDIOS DE GASOLINA C, ÓLEO DIESEL, GLP E GNV AO CONSUMIDOR, SEGUNDO GRANDES REGIÕES - 2020

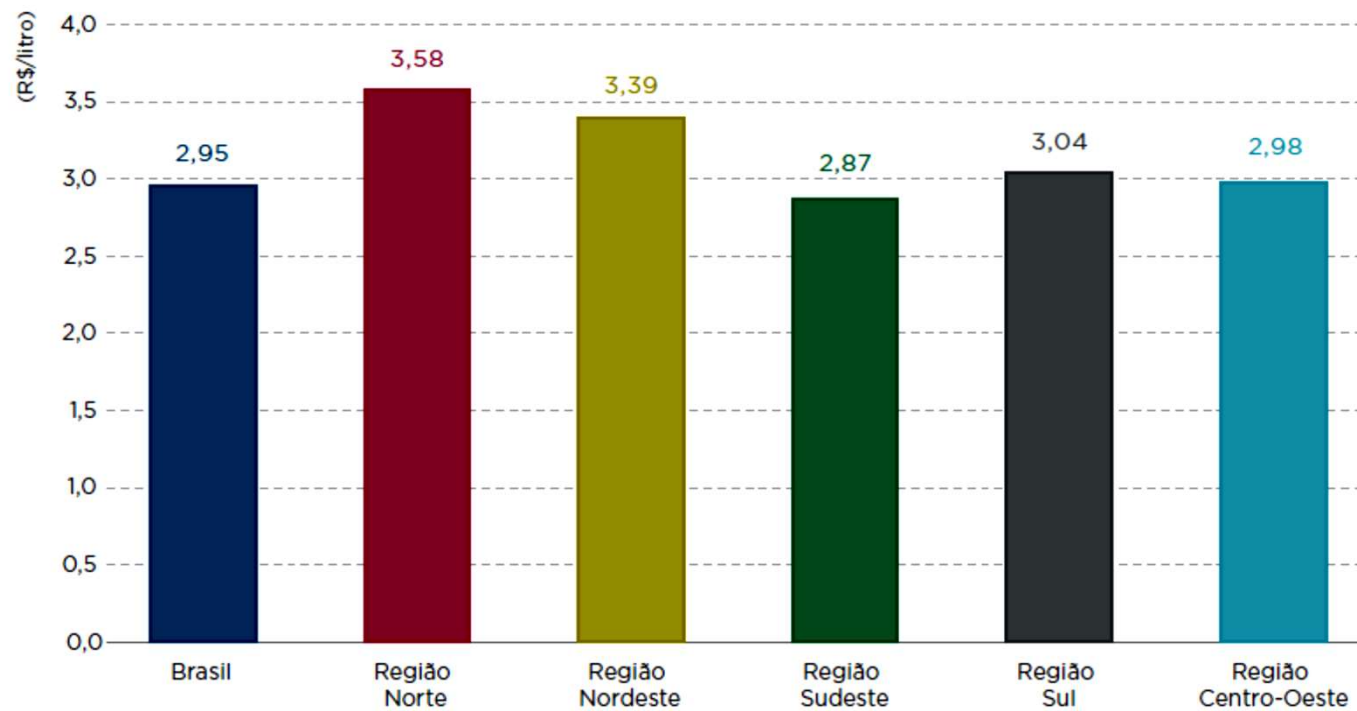


FONTE: ANP/SDC; Levantamento de Preços e Margens de Comercialização de Combustíveis (Tabelas 3.20, 3.21, 3.22 e 3.23).

NOTA: Preços em valores correntes.

¹Gasolina C e óleo diesel expressos em litros, GLP em kg e GNV em m³.

GRÁFICO 4.10. PREÇO MÉDIO DE ETANOL HIDRATADO AO CONSUMIDOR, SEGUNDO GRANDES REGIÕES - 2020



FONTE: ANP/SDC; Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis (Tabela 4.8).

NOTA: Preços em valores correntes.

Fonte: ANP - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2021, p. 191.

Exercício 1:

A partir das seguintes informações dos gráficos anteriores:

> Gasolina C:	R\$ 4,28/litro
> Álcool hidratado:	R\$ 2,95/litro
> Óleo Diesel:	R\$ 3,42/litro
> Gás natural veicular:	R\$ 3,09/m ³
> Gás Liquefeito de petróleo:	R\$ 5,44/kg

Calcular os custos (R\$/unidade) para cada um dos combustíveis a partir da utilização de uma mesma unidade (litros; kg; e m³).

Para o cálculo, utilizar as tabelas de conversão do BEN - Balanço Energético Nacional (Tabelas VIII.4 e VIII.9)

Tabelas para Conversão de Unidades

Tabela VIII.4 – Fatores de Conversão para Volume

Table VIII.4 – Conversion Factors for Volume

Multiplicar por de	para	m ³	l	gal (EUA)	gal (UK)	bbl	pé(ft) ³	to	Multiply by from
metros cúbicos	(m ³)	1	1000	264,2	220	6,289	35,3147	(m ³)	cubic meter
litros	(l)	0,001	1	0,2642	0,22	0,0063	0,0353	(l)	liters
galões	(EUA)	0,0038	3,785	1	0,8327	0,02381	0,1337	(EUA)	gallons
galões	(UK)	0,0045	4,546	1,201	1	0,02859	0,1605	(UK)	gallons
barris	(bbl)	0,159	159	42	34,97	1	5,615	(bbl)	barrels
pés cúbicos	(pé ³)	0,0283	28,3	7,48	6,229	0,1781	1	(pé ³)	cubic foot

Fonte: MME – Balanço Energético Nacional.

Tabela VIII.9 – Densidades e Poderes Caloríficos

Table VIII.9 – Specific Mass and Heating Values

	DENSIDADE SPECIFIC MASS kg/m ³ ⁽¹⁾	PODER CALORÍFICO SUPERIOR HIGHER HEATING VALUE kcal/kg	PODER CALORÍFICO INFERIOR NET HEATING VALUE kcal/kg	
Álcool Etílico Hidratado	809	6.650	6.300	<i>Hydrated Alcohol</i>
Gás Liquefeito de Petróleo	552	11.750	11.100	<i>LPG</i>
Gás Natural Seco ^{3,4}	0,740	9.256	8.800	<i>Dry Natural Gas^{3,4}</i>
Gás Natural Úmido ^{3,4}	0,740	10.454	9.930	<i>Humid Natural Gas^{3,4}</i>
Gasolina Automotiva	742	11.220	10.400	<i>Motor Gasoline</i>
Óleo Diesel	840	10.750	10.100	<i>Diesel Oil</i>

Fonte: MME – Balanço Energético Nacional.

Preços

> Gasolina C:	R\$ 4,28/litro
> Álcool hidratado:	R\$ 2,95/litro
> Óleo Diesel:	R\$ 3,42/litro
> Gás natural veicular:	R\$ 3,09/m ³
> Gás Liquefeito de petróleo:	R\$ 5,44/kg

Tabela VIII.4: **1m³ = 1000 Litros**

Tabela VIII.9:	<u>Densidade</u>
Gasolina C:	742 kg/m³
Álcool hidratado:	809 kg/m³
Óleo Diesel:	840 kg/m³
Gás natural veicular:	0,740 kg/m³
Gás Liquefeito de petróleo:	552 kg/m³

Obs: Densidade ou Massa específica dada em kg/m³

Conversão para Litros

Combustível	R\$/L
Gasolina C.	4,28
Álcool hidratado	2,95
Óleo Diesel	3,42
GLP	3,00
GNV	0,00309

Conversão GLP - kg para Litros

Pressupostos:

Tabela VIII.9 - Massa específica = **552 kg/m³**

Tabela VIII.4 - **1m³ = 1000 Litros**

$$5,44 \frac{R\$}{kg} \times 552 \frac{kg}{m^3} = 3002,88 \frac{R\$}{m^3}$$
$$3002,88 \frac{R\$}{m^3} \times \frac{m^3}{1000L} = 3,00 \frac{R\$}{L}$$

Conversão GNV- m³ para Litros

Pressupostos:

Tabela VIII.4 - **1m³ = 1000 Litros**

$$3,09 \frac{R\$}{m^3} \times \frac{m^3}{1000L} = 0,00309 \frac{R\$}{L}$$

Conversão para m³

Combustível	R\$/m ³
Gasolina C.	4.280
Óleo Díesel	3.420
Álcool hidratado	2.950
GLP	3.002,88
GNV	3,09

Tabela VIII.4 - 1m³ = 1000 Litros

$$\text{Gasolina C: } 4,28 \frac{R\$}{L} \times \frac{1000L}{m^3} = 4280 \frac{R\$}{m^3}$$

$$\text{Óleo Diesel: } 3,42 \frac{R\$}{L} \times \frac{1000L}{m^3} = 3420 \frac{R\$}{m^3}$$

$$\text{Álcool hidratado: } 2,95 \frac{R\$}{L} \times \frac{1000L}{m^3} = 2950 \frac{R\$}{m^3}$$

Conversão GLP - kg para Litros

Pressupostos:

Tabela VIII.9 - Massa específica = 552 kg/m³

Tabela VIII.4 - 1m³ = 1000 Litros

$$5,44 \frac{R\$}{kg} \times 552 \frac{kg}{m^3} = 3002,88 \frac{R\$}{m^3}$$

Conversão para kg

Combustível	R\$/kg
Gasolina C.	5,77
Óleo Diesel	4,07
Álcool hidratado	3,64
GLP	5,44
GNV	4,17

Conversão Gás Natural Veicular – m³ para kg

Tabela VIII.9 - Massa específica = **0,740 kg/m³**

$$3,09 \frac{R\$}{m^3} \times \frac{1 m^3}{0,740 kg} = 4,17 \frac{R\$}{kg}$$

Conversão Gasolina - Litros para kg

Tabela VIII.9 - Massa específica = **742 kg/m³**

Tabela VIII.4 - **1m³ = 1000 Litros**

$$4,28 \frac{R\$}{L} \times \frac{1000 L}{m^3} = 4280 \frac{R\$}{m^3}$$

$$4280 \frac{R\$}{m^3} \times \frac{1 m^3}{742 kg} = 5,77 \frac{R\$}{kg}$$

Conversão Óleo Diesel - Litros para kg

Tabela VIII.9 - Massa específica = **840 kg/m³**

Tabela VIII.4 - **1m³ = 1000 Litros**

$$3,42 \frac{R\$}{L} \times \frac{1000 L}{m^3} = 3420 \frac{R\$}{m^3}$$

$$3420 \frac{R\$}{m^3} \times \frac{1 m^3}{840 kg} = 4,07 \frac{R\$}{kg}$$

Conversão Álcool hidratado - Litros para kg

Tabela VIII.9 - Massa específica = **809 kg/m³**

Tabela VIII.4 - **1m³ = 1000 Litros**

$$2,95 \frac{R\$}{L} \times \frac{1000 L}{m^3} = 2950 \frac{R\$}{m^3}$$

$$2950 \frac{R\$}{m^3} \times \frac{1 m^3}{809 kg} = 3,64 \frac{R\$}{kg}$$

Qual o combustível mais vantajoso em função do preço?

Preços dos combustíveis conforme a unidade:

- em Litros: GNV

- em m³: GNV

- em kg: Álcool hidratado

Como medir e precificar os combustíveis?*

Quando compramos combustíveis para nossos veículos, normalmente os medimos em litros, em se tratando de combustíveis líquidos como álcool, gasolina e diesel, ou metros cúbicos, no caso de combustíveis gasosos, como é o caso o gás natural veicular (GNV).

Medimos desta forma porque é mais cômodo, a forma mais fácil de se medir líquidos ou gases é em unidades de volume. Todos os líquidos que compramos são medidos desta forma, então para nós é natural que os combustíveis também sejam medidos desse jeito.

Porém, apesar de cômodo, o volume não é a forma ideal de se medir líquidos. Por quê? Porque a densidade e, por consequência, o volume, varia com a temperatura. Por exemplo, 1 litro de álcool hidratado a 0 °C tem massa de 0,826 kg, enquanto que a 40 °C, o mesmo litro tem massa de 0,792 kg. Uma diferença de 4% só pela diferença de temperatura. E a quantidade de energia de um combustível está ligada diretamente à sua quantidade em massa, não ao seu volume. Ao abastecer o carro com álcool a 40 °C, o consumidor leva 4% a menos de combustível (e, portanto 4% menos energia) do que se abastecesse a 0 °C.

O mesmo ocorre com a gasolina e com o diesel, cujos litros a 40 °C também perdem 5% da massa em relação à temperatura de 0 °C. No caso do gás natural, o problema é maior: entre 0 e 40 °C a sua densidade chega a diminuir 15%. Ou seja, como a medição do gás natural também é feita em termos de volume, abastecer o tanque em dias quentes pode causar uma perda considerável em relação a abastecer em dias frios.

*Adaptado de: LITROS, METROS CÚBICOS OU MEGAJOULES? por Carlos Maurício Farjoun, 26/08/2015.
Disponível em: <https://www.autoentusiastas.com.br/2015/06/litros-metros-cubicos-ou-megajoules>

Como medir e precificar os combustíveis?

Seria mais correto se combustíveis fossem medidos em kg, pois assim se eliminaria o fator da variação de densidade com a temperatura. Ainda assim, por quê 1 litro de diesel “rende” mais que 1 litro de gasolina, que por sua vez “rende” mais que 1 litro de álcool? E que gasolina e álcool perdem para 1 m³ de GNV?

Isto acontece porque **as unidades em que os combustíveis são vendidos têm diferentes quantidades de energia**. Normalmente esta é medida em megajoules (MJ). 1 MJ é a quantidade de energia necessária para se aumentar a temperatura de 10 litros de água em 23,8 °C.

Quando compramos um combustível, na verdade estamos interessados na energia contida dentro dele. E isto naturalmente depende do poder calorífico do combustível e, no caso de combustíveis vendidos por volume, de sua densidade. O GNV tem um poder calorífico de 47 MJ/kg (megajoules por kg), mas como tem densidade de 0,740 kg/m³ (a 20 °C), temos que 1 m³ de GNV contém 33 MJ de energia. Já a gasolina tem uma conta mais complexa, uma vez que nossa gasolina não é exatamente gasolina, e sim uma mistura de 73% de gasolina (densidade 742 kg/m³) e 27% de álcool anidro (densidade 809 kg/m³). Calculando, cada litro de gasolina tem 27,9 MJ/l. O álcool hidratado tem 20 MJ/l (verifiquem que $20/27,9 = 0,72$, muito perto da “mágica” proporção ensinada pela sabedoria popular, que diz que o álcool deve custar até 70% do preço da gasolina?). Já o diesel tem 42,5 MJ/kg, mas com densidade de 840 kg/m³, dando 36 MJ/kg. Quanto ao GLP tem 46,6 MJ/kg.

Ou seja, 1 litro de diesel (36 MJ) equivale a 1,1 m³ de GNV, a 1,29 litros de gasolina e a 1,8 litros de álcool, em termos de energia. Fica fácil assim entender por que, mesmo hoje custando próximo da gasolina, os motores a diesel ainda são procurados no mercado. Se fosse obrigatório o cálculo na bomba em R\$/MJ, ficaria muito mais fácil se entender por que custa menos rodar com GNV e com diesel em relação a rodar com álcool e gasolina.

Combustível	MJ/un.	MJ/kg	MJ/R\$
Álcool hidratado	20 MJ/l	25,6	9,37
Gasolina C	27,9 MJ/l	37,7	8,45
Gasolina Pura	30,6 MJ/l	42,5	(não vendida)
GNV	33 MJ/m ³	47,1	16,48
Diesel S10	36 MJ/l	42,6	12,18
GLP (bot. 13 kg)	605,8 MJ/ bot.	46,6	13,17

Fonte: LITROS, METROS CÚBICOS OU MEGAJOULES? por Carlos Maurício Farjoun, 26/08/2015.
Disponível em: <https://www.autoentusiastas.com.br/2015/06/litros-metros-cubicos-ou-megajoules>

Combustível	R\$/kg	Cálculo para MJ/R\$
Gasolina C.	5,77	$37,7 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{5,77 R\$} = 6,53 \frac{MJ}{R\$}$
Óleo Diesel	4,07	$42,6 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{4,07 R\$} = 10,47 \frac{MJ}{R\$}$
GLP	5,44	$46,6 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{5,44 R\$} = 8,78 \frac{MJ}{R\$}$
GNV	4,17	$47,1 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{4,17 R\$} = 11,29 \frac{MJ}{R\$}$
Álcool hidratado	3,64	$37,9 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{3,64 R\$} = 10,41 \frac{MJ}{R\$}$

..... a menor quantidade de MJ de energia por real?

..... a maior quantidade de MJ de energia por real?

Combustível	R\$/kg	Cálculo para MJ/R\$	Cálculo para R\$/MJ	R\$/KJ
Gasolina C.	5,77	$37,7 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{5,77 R\$} = 6,53 \frac{MJ}{R\$}$	$\rightarrow \frac{1 R\$}{6,53 MJ} = 0,153 \frac{R\$}{MJ}$	153
Óleo Diesel	4,07	$42,6 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{4,07 R\$} = 10,47 \frac{MJ}{R\$}$	$\rightarrow \frac{1 R\$}{10,47 MJ} = 0,095 \frac{R\$}{MJ}$	95
GLP	5,44	$46,6 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{5,44 R\$} = 8,56 \frac{MJ}{R\$}$	$\rightarrow \frac{1 R\$}{8,56 MJ} = 0,117 \frac{R\$}{MJ}$	117
GNV	4,17	$47,1 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{4,17 R\$} = 11,29 \frac{MJ}{R\$}$	$\rightarrow \frac{1 R\$}{11,29 MJ} = 0,088 \frac{R\$}{MJ}$	88
Álcool hidratado	3,64	$25,6 \frac{MJ}{kg} \times \frac{1 kg}{3,64 R\$} = 7,03 \frac{MJ}{R\$}$	$\rightarrow \frac{1 R\$}{7,03 MJ} = 0,142 \frac{R\$}{MJ}$	142



mais econômico



menor quantidade de energia por real gasto



Fonte: Jornal Correio (BA), 01/12/2021.



AUTO POSTO CAMURUPIM

G Comum 0,249

E Comum 0,272

Diesel 5-10 0,161

GNV 0,114

Preços em R\$/MJ

Ou seja, 1 litro de diesel (36 MJ) equivale a 1,1 m³ de GNV, a 1,29 litros de gasolina e a 1,8 litros de álcool, em termos de energia. Fica fácil assim entender por que, mesmo hoje custando próximo da gasolina, os motores a diesel ainda são procurados no mercado. Se fosse obrigatório o cálculo na bomba em R\$/MJ, ficaria muito mais fácil se entender por que custa menos rodar com GNV e com diesel em relação a rodar com álcool e gasolina. **Porém, como estes dois combustíveis são os mais fortemente taxados, não interessa para o governo que o cidadão perceba que são os menos vantajosos em termos de energia recebida por real gasto.**

Fonte: LITROS, METROS CÚBICOS OU MEGAJOULES? por Carlos Maurício Farjoun, 26/08/2015.

Segundo a Petrobras, o preço da **gasolina** na bomba é composto pelos seguintes fatores:

- 29% de custos de produção (chamado Realização Petrobras)
- 15% de impostos federais (Cide, PIS/Pasep e Cofins)
- 29% de imposto estadual (ICMS)
- 15% de custo do etanol anidro (misturado à gasolina), e
- 12% de distribuição e revenda.

Já a proporção da composição do preço do **diesel** na bomba é a seguinte:

- 47% de custos de produção (Realização Petrobras)
- 9% de impostos federais (Cide, PIS/Pasep e Cofins)
- 14% de imposto estadual (ICMS)
- 14% de custo biodiesel (misturado ao diesel), e
- 16% de distribuição e revenda.

Dados para janeiro de 2021, conforme a Petrobras e CEPEA/USP.

SE VOCÊ ACHA QUE O COMBUSTÍVEL É CARO NO BRASIL,
NÃO É CULPA DO POSTO.

GASOLINA



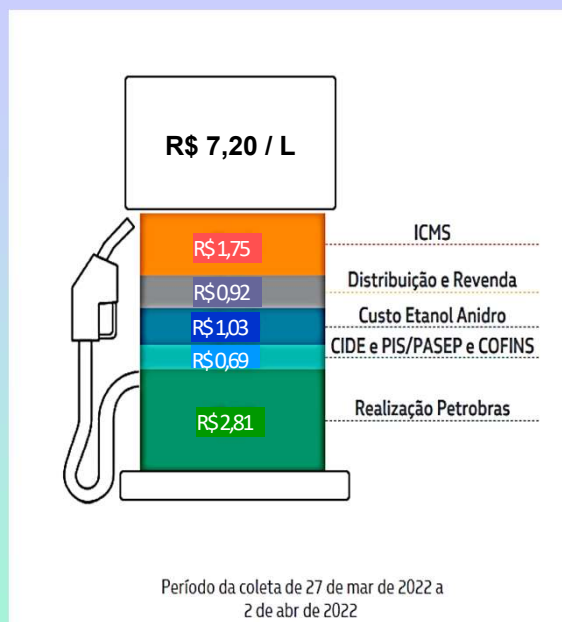
ETANOL



DIESEL

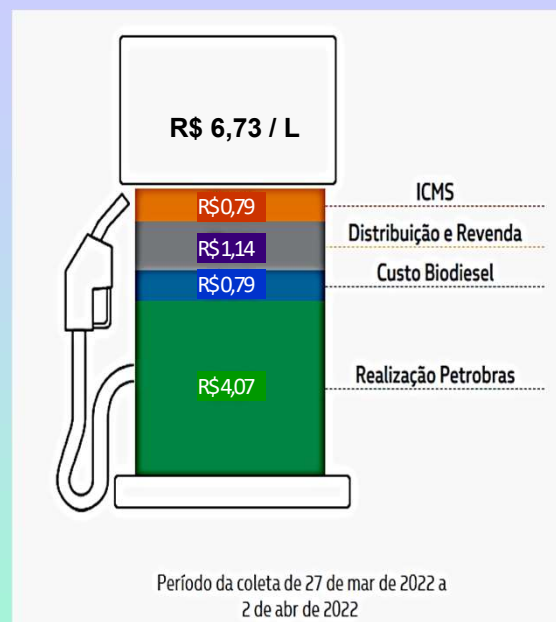


Gasolina C



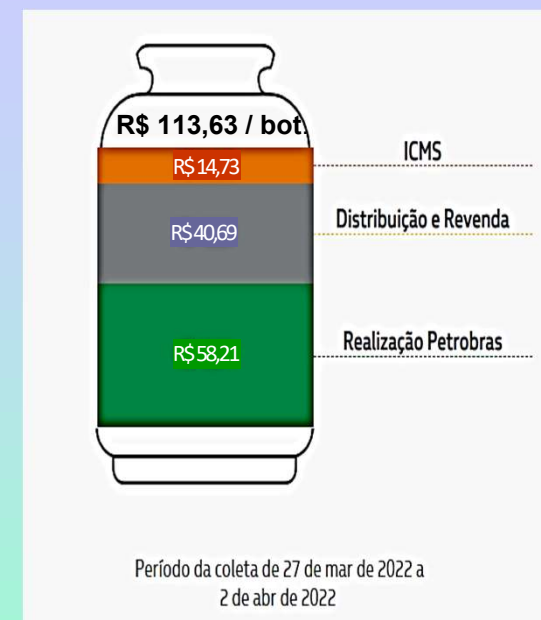
Composição: 73% gasolina A e 27% Etanol Anidro*.
*Observação: desde 16/03/2015, o teor de álcool anidro na gasolina comum e aditivada é de 27%. O teor adicionado à gasolina premium é de 25%.
Elaboração baseada nos preços médios realizados pela Petrobras (gasolina A) e nos preços médios ao consumidor final (gasolina C) nos 26 estados e no distrito federal. A parcela das margens de distribuição e revenda é estimada.

Diesel S-10



Composição: 90% de diesel e 10% de biodiesel. A parcela das margens de distribuição e revenda é estimada.
CIDE incidente na comercialização de diesel é igual a R\$ 0,00 por litro; PIS/COFINS incidentes na comercialização de diesel A no total de R\$0,3515 por litro; PIS/COFINS incidentes na comercialização de biodiesel igual a R\$ 0,1480 por litro.

Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)



CIDE e PIS/COFINS incidentes na comercialização de Gás Liquefeito de Petróleo destinado a envase em botijões de até 13kg é igual a R\$ 0,00/kg.
Elaboração Petrobras a partir de dados da ANP

Tabela 1: Evolução da Desigualdade de Renda no Brasil: 1981- 2019, segundo a participação de cada Grupo de Renda no Rendimento Total¹ (em %)

GRUPOS DE RENDA	1981	1990	1995	2001	2009	2013	2016²	2019²
Os 10 % mais pobres	0,9	0,8	1,1	1,0	1,0	1,1	0,8	0,8
Os 20 % mais pobres	2,9	2,4	3,3	3,5	3,8	4,6	2,9	2,9
Os 50 % mais pobres	14,5	11,2	13,0	14,4	17,5	18,5	15,3	15,6
Os 10 % mais ricos	44,9	49,7	48,2	46,9	43,0	41,6	43,4	42,9
Os 05 % mais ricos	31,9	35,5	34,6	33,7	30,8	29,7	29,9	30,3
Os 01 % mais ricos	12,1	14,6	13,9	13,6	12,6	12,2	nd	nd
Índice de Gini³	0,564	0,620	0,592	0,572	0,524	0,495*	0,537	0,543

0,573 (PNAD 2020)

¹ Considera-se o rendimento mensal de todas as pessoas de 10 anos ou mais, com rendimento.

² Considera-se o rendimento mensal de todas as pessoas de 14 anos ou mais, com rendimento.

³ O índice de Gini varia de 0 (igualdade máxima) a 1 (desigualdade máxima)

* valor “corrigido” (IG = 0,498 inicialmente divulgado)

Fonte: IBGE-PNAD *in* Boletim DIEESE [14:178], dezembro de 1995 (dados para 1981 e 1990).

IBGE-PNAD - Síntese de Indicadores da PNAD 1995, 2001, 2009, 2013.

IBGE-PNAD Contínua 2012-2019 - Síntese de Indicadores Sociais, 2020, Gráfico 2 (p.53) e Tabela 2 (p.54).

Tabela 2.11 UF (disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html?edicao=29143&t=resultados>).

Política de preços da Petrobrás a partir de 2016 na gestão Pedro Parente durante o governo Temer

► Preço de Paridade de Importação - PPI

Com a PPI, a Petrobrás dolarizou os combustíveis, com reajustes que seguem os preços internacionais, variação cambial e custos de importação, sem levar em consideração os custos nacionais de produção e o poder de compra da população brasileira.