INSTITUTO

SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Avaliação dos impactos na saúde e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na mistura da matriz energética (diesel) de transporte.

- JUNHO 2015 -

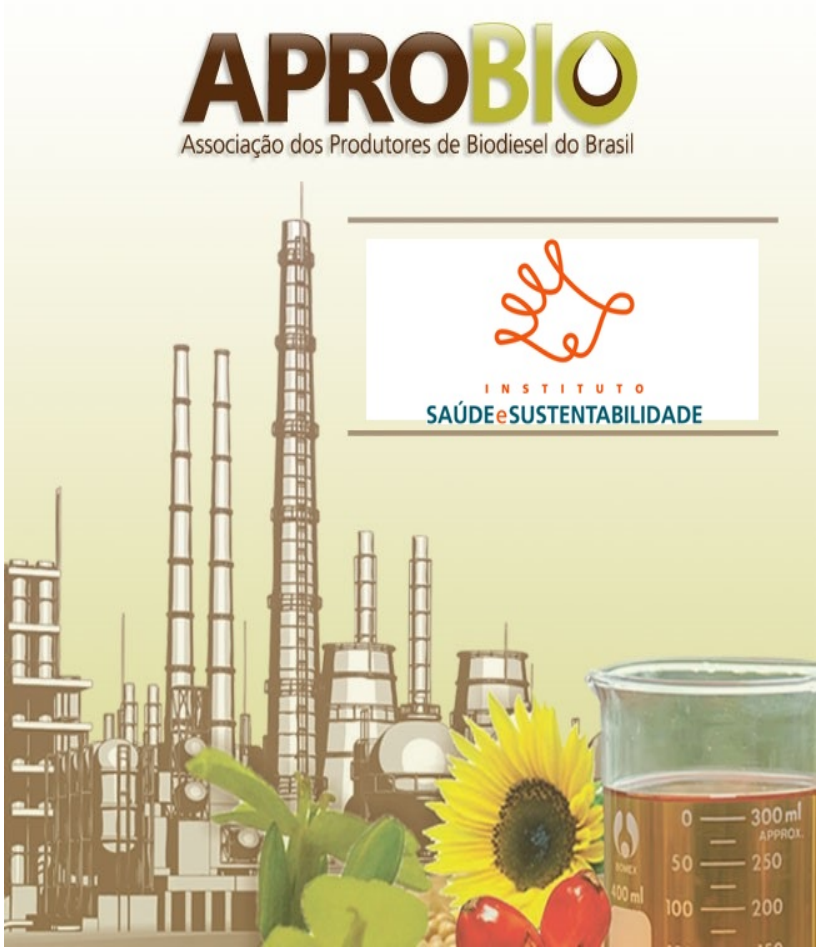
Paulo Hilário Nascimento Saldiva
Paulo Afonso de André
Evangelina da M. P. A. de Araujo Vormittag
Cristina Guimarães Rodrigues
Julia Affonso Cavalcante
Luiza Perez Schrempp

APROBIO
Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Objetivo

Avaliar o impacto da implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética (diesel) de transporte, em oito regiões metropolitanas brasileiras, em termos de saúde (mortalidade e morbidade) com sua respectiva valoração econômica.



Metodologia

O poluente estudado é o material particulado $MP_{2,5}$.

O cálculo dos riscos evitáveis em saúde e sua valoração devido à diminuição da emissão de $MP_{2,5}$ pela inserção de biodiesel na matriz energética de transporte seguirá as seguintes etapas:

Ambiental + **Epidemiológico** + **Econométrico**

Informação

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

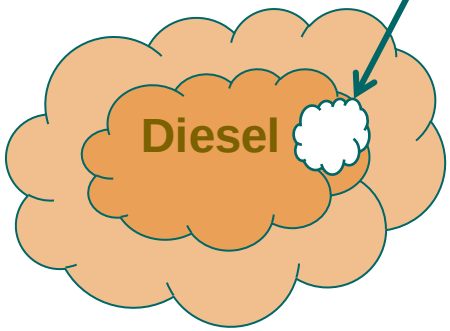
INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Adição de Biodiesel ao Diesel

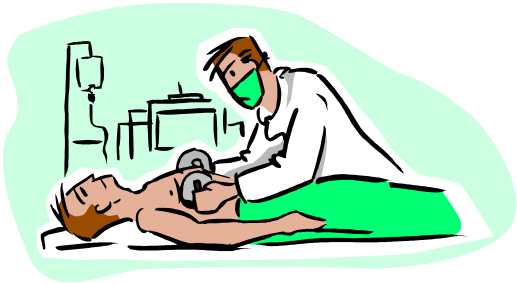
Material Particulado Inalável Fino

Redução na Emissão (Adição Biodiesel)

Redução Impacto em Saúde

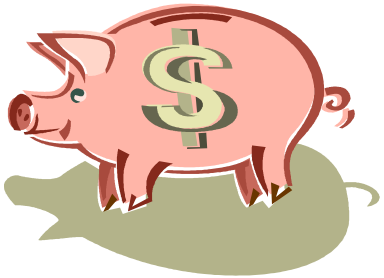


Redução na Concentração



Mortalidade
DALY = YLL

Valoração (PIB)



Economia

SUS Privado

Morbidade (Internação)

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Metodologia Ambiental

- O estudo utilizou como base de cálculo o B5 (5% de adição de biodiesel ao diesel utilizado em transporte) em 2012;

- Determinou-se o ano 2012 por duas razões: presença de B5 durante todo o ano, ano full 2012; e por disponibilidade, em 2012, dos dados de mortalidade e internações;

- O Estudo deveria abranger oito regiões metropolitanas (RMs): Belo Horizonte, Brasília, Curitiba, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo.

CENÁRIOS

1) Definiu-se quatro cenários para quatro anos (2015, 2018, 2022 e 2025) e para todas as RMs.

2015

Cenário 1

Participação de Biodiesel até **20%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.
Simulação: B7, B10, B15 e B20

2018

Cenário 2

Participação de Biodiesel até **10%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.
Simulação: B7 e B10

2022

Cenário 3

Participação de Biodiesel até **15%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.
Simulação: B7 e B15

2025

Cenário 4

Participação de Biodiesel até **20%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.
Simulação: B7 e B20

APROBIO
Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

CENÁRIOS

2) Definiu-se um cenário (Cenário 1) para 2015 a 2025 e apenas para as RMs SP e RJ

Cenário 1

Participação de Biodiesel até **20%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7, B10, B15 e B20

2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Poluição do ar: fontes

- O valor da concentração de material particulado determinado para o estudo foi a média diária anual de MP_{10} de 2012 disponibilizada no Relatório de Monitoramento de Qualidade do Ar de cada cidade estudada, ou na ausência deste, outra fonte.

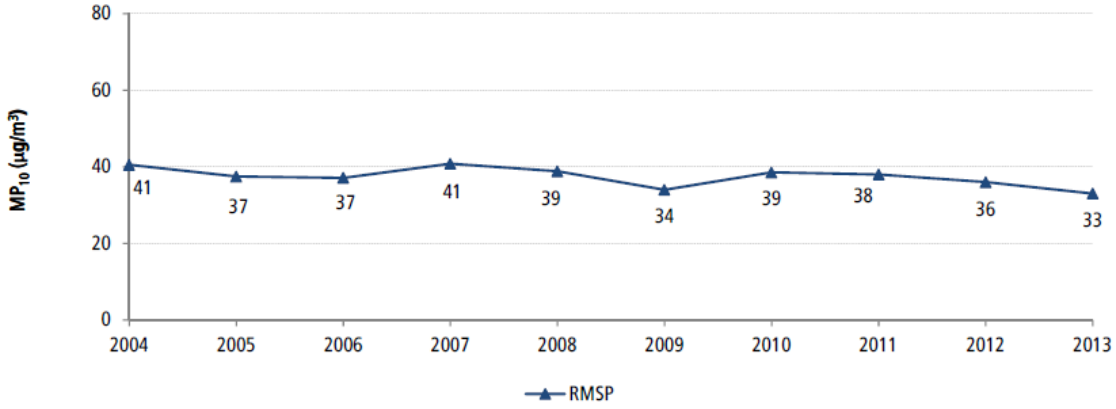
Região Metropolitana	Fontes	Instituição Responsável
São Paulo	Relatório de Qualidade do Ar do Estado de São Paulo	CETESB
Rio de Janeiro	Relatório de Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro	INEA
Recife	Dados sistematizados pelo LPAE - FMUSP	LPAE
Belo Horizonte	Monitoramento da Qualidade do Ar na Região Metropolitana de BH - Ano base 2011	FEAM-MG
Curitiba	Relatório de Qualidade do Ar da Região Metropolitana de Curitiba - Ano 2009	Instituto Ambiental do Paraná
Porto Alegre	Diagnóstico da qualidade do ar no Rio Grande do Sul no período de 2003 a 2012	FEPAM-RS
Salvador	Não foi possível acesso aos dados gerados pela CERTEL	
Brasília	Não possuem monitoramento de MP - verificado com o GDF e Prof. Roig (UnB)	

Salvador e Brasília foram excluídas do estudo por falta de dados

Cálculo Ambiental: determinação do MP_{10} por RM:

Em caso de indisponibilidade do dado para o ano de 2012 (ano base), calculou-se o valor a partir da tendência observada na RMSP disposta no relatório da CETESB, 2014.

Gráfico 06 – MP_{10} – Evolução das concentrações médias anuais – RMSP.



Base: Todas as estações com monitoramento representativo no ano, exceto: Cambuci e São Miguel Paulista.

(CETESB, 2014 p. 56)

Região Metropolitana	Ano ==>	Média diária anual de $MP_{2,5}$ (µg/m³) =0,6 MP_{10}				
		2008	2009	2010	2011	2012
São Paulo		23.4	20.4	23.4	22.8	21.6
Porto Alegre						22.1
Curitiba			17.6	20.2	19.6	18.6
Belo Horizonte					20.2	19.2
Rio de Janeiro						24.8
Recife		11.1	9.7	11.1	10.8	10.2

Valor mais recente de MP_{10} disponível em Relatório oficial de órgão ambiental ou outra fonte

vermelho Cálculo segundo comportamento da poluição por $MP_{2,5}$ na RMSP - relatório CETESB, 2013

Cálculo Ambiental: $MP_{2,5}$ por RM:

REGIÃO METROPOLITANA	Concentração de $MP_{2,5}$ = 0,6 MP_{10}	
	2012 -MÉDIA DIÁRIA ANUAL (mg/m^3)	MÁXIMA REDUÇÃO Indica a máxima redução na concentração ambiental de $MP_{2,5}$ que poderá reduzir efeitos em saúde
São Paulo	21,6	11,6
Porto Alegre	22,1	12,1
Curitiba	18,6	8,6
Belo Horizonte	19,2	9,2
Rio de Janeiro	24,8	14,8
Recife	10,25	0,25

O valor de referência (padrão) dos níveis de $MP_{2,5}$ de 10µg/m³ estabelecido pela Organização Mundial de Saúde representa o menor nível do poluente com efeito significativo em saúde

A média diária anual de MP refere-se à emissão de MP proveniente de todas as fontes: fontes móveis, aerossóis secundários e industrial

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Cálculo Ambiental: Parcela Diesel

Para a aferição da participação diesel na concentração de material particulado presente na atmosfera, utilizou-se a tabela presente no Relatório de Qualidade de Ar (CETESB, 2013):

Tabela 14 – Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP.

Categoria		Combustível	Poluentes (%)				
			CO	HC	NO_x	MP_{10} [1]	SO_x
Automóveis		Gasolina	41,53	20,25	10,21	1,00	14,47
		Etanol	9,49	4,33	1,44	nd	nd
		Flex	14,01	7,81	2,47	0,49	7,80
Evaporativa		-	-	21,54	-	-	-
Comerciais Leves		Gasolina	4,95	2,41	1,21	0,16	2,72
		Etanol	0,88	0,42	0,14	nd	nd
		Flex	1,07	0,60	0,19	0,05	0,86
		Diesel	0,30	0,29	2,98	1,56	0,68
Evaporativa		-	-	2,32	-	-	-
Caminhões	Leves	Diesel	0,15	0,18	1,54	1,26	0,27
	Médios		0,40	0,48	4,03	3,30	0,69
	Pesados		3,10	2,91	31,72	16,46	6,84
Ônibus	Urbanos	Diesel	1,83	1,86	18,61	11,65	0,63
	Rodoviários		0,42	0,44	4,34	2,71	0,87
Motocicletas		Gasolina	18,74	10,84	0,97	1,34	0,92
		Flex	0,11	0,09	0,02	0,01	0,02
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (2008)			3,03	13,49	20,14	10,00	63,22
BASE DE COMBUSTÍVEL LÍQUIDO (2009)			-	9,76	-	-	-
RESSUSPENSÃO DE PARTÍCULAS			-	-	-	25,00	-
AEROSSÓIS SECUNDÁRIOS			-	-	-	25,00	-
TOTAL			**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

1. Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis. A contribuição dos veículos (40%) foi rateada entre os veículos a diesel de acordo com os dados de emissão disponíveis.
nd: não disponível.
Obs.: Ano de referência do inventário de fontes móveis: 2011.

Fonte: Tabela 14 Relat. CETESB 2012 (2013)	
Diesel no PM_{10}:	
Comerciais leves (*)	1,56%
Caminhões	21,02%
Ônibus	14,36%
TOTAL	***36,94%***

(*) mesmo diesel para toda frota

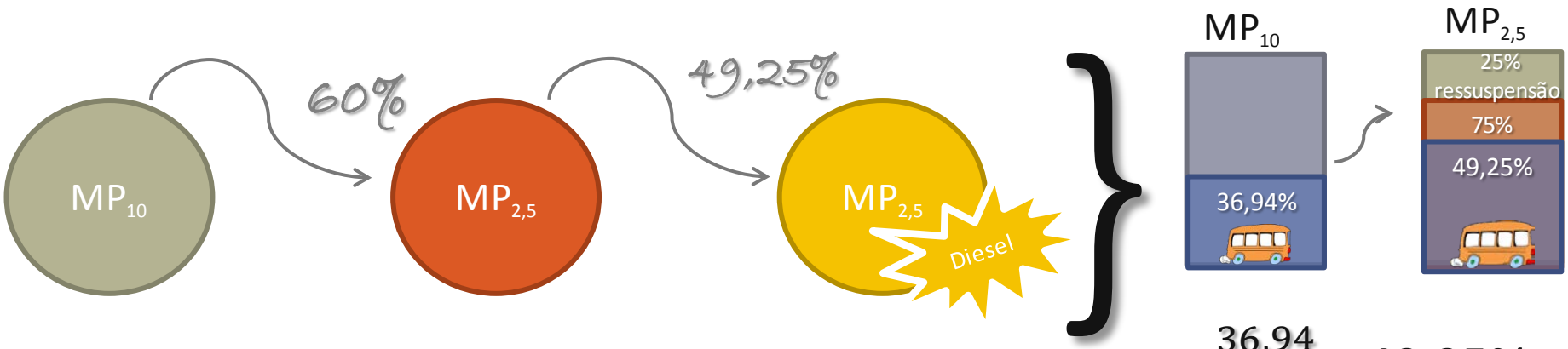
APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Cálculo Ambiental: MP_{10} para $MP_{2,5}$ (fonte diesel):

- Para a aferição da concentração de $MP_{2,5}$, utilizou-se da taxa (0,6) prevista pela CETESB:

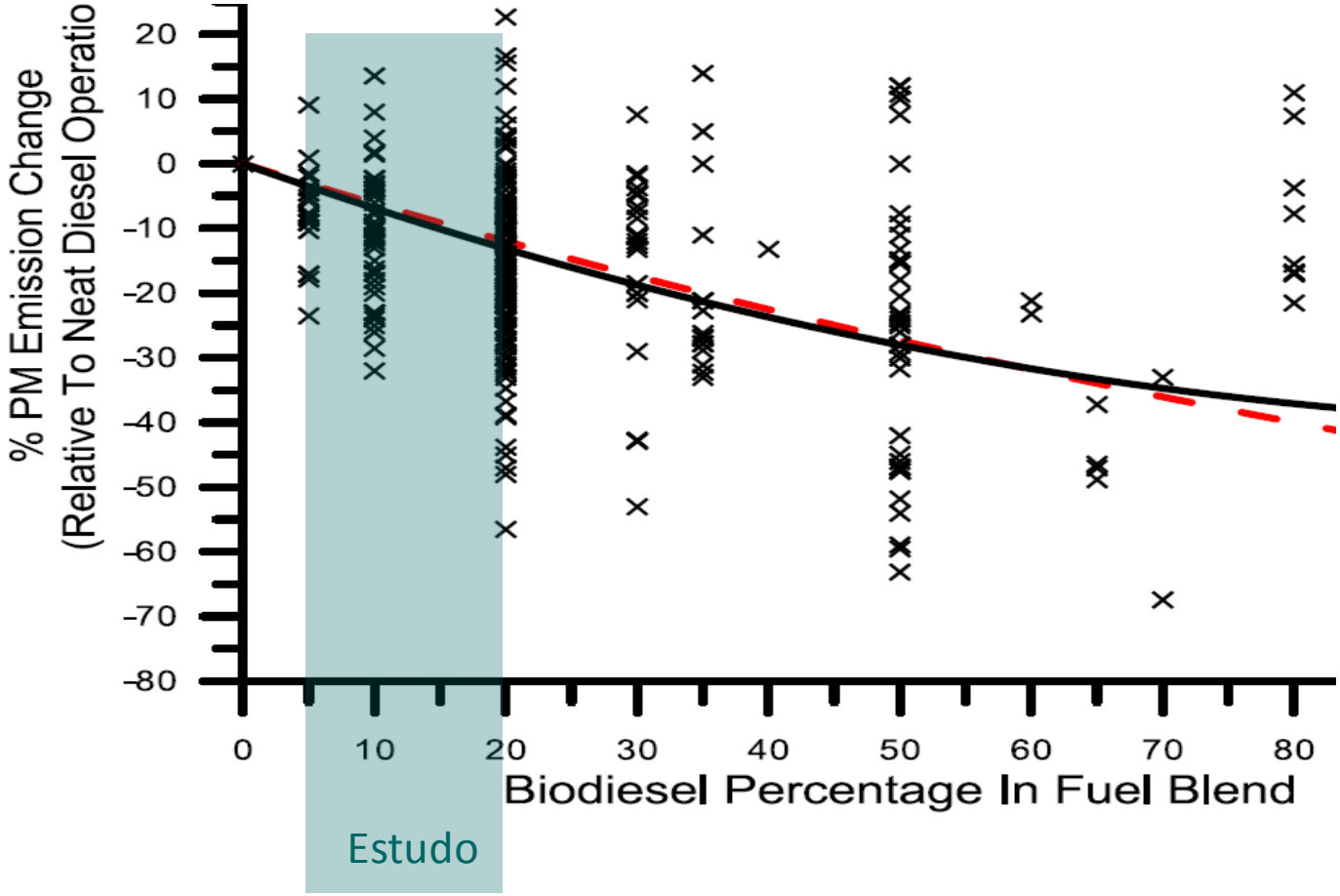
*"Quanto à **relação $MP_{2,5}/MP_{10}$**, as medições realizadas pela CETESB na RMSP, desde 1987, mostraram que o **$MP_{2,5}$ corresponde a cerca de 60% do material particulado inalável (MP10)**.*
*Estudos realizados pela CETESB indicam que grande parte das partículas inaláveis finas na RMSP é de origem veicular, quer pela emissão direta deste poluente quer pela emissão de gases, destacando-se os compostos orgânicos voláteis e o dióxido de enxofre, que reagem na atmosfera dando origem ao material particulado secundário. **Nesta fração, o aporte de aerossóis provenientes da ressuspensão de poeira de rua não é significativo**. "* (CETESB, 2014 p. 64)



$$\frac{36,94}{75} = 49,25\%$$

$PM_{2,5}$ no PM_{10} ========>	***49,25%***
Retirando 25% da ressuspensão	
Participação do diesel = 36,94% / 0,75 = 49,25%	

Cálculo Ambiental: Porcentagem de alteração de emissão de MP segundo a mistura de Biodiesel



(GIAKOUMIS *et al.*, 2012)

Cálculo Ambiental: Porcentagem de alteração de emissão de MP segundo o percentual de mistura de Biodiesel

Na tabela abaixo as estimativas, em porcentagem e µg/m³, os valores da redução na emissão de material particulado fino para outros percentuais de biodiesel no diesel (GIAKOUMIS *et al.*, 2012)

REGIÃO METROPOLITANA	$MP_{2,5}$ Diesel 2012 c/B5	REDUÇÃO NO $MP_{2,5}$			
		B7	B10	B15	B20
		1,6%	3,4%	6,6%	9,6%
São Paulo	10,64	0,17	0,36	0,7	1,02
Porto Alegre	10,90	0,17	0,37	0,72	1,05
Curitiba	9,16	0,15	0,31	0,6	0,88
Belo Horizonte	9,43	0,15	0,32	0,62	0,91
Rio de Janeiro	12,20	0,2	0,41	0,81	1,17
Recife	5,05	0,08	0,17	0,25	0,25

Redução em porcentagem

Redução em µg/m³

Em cinza: indica a máxima redução na concentração ambiental de $MP_{2,5}$ que poderá reduzir efeitos em saúde

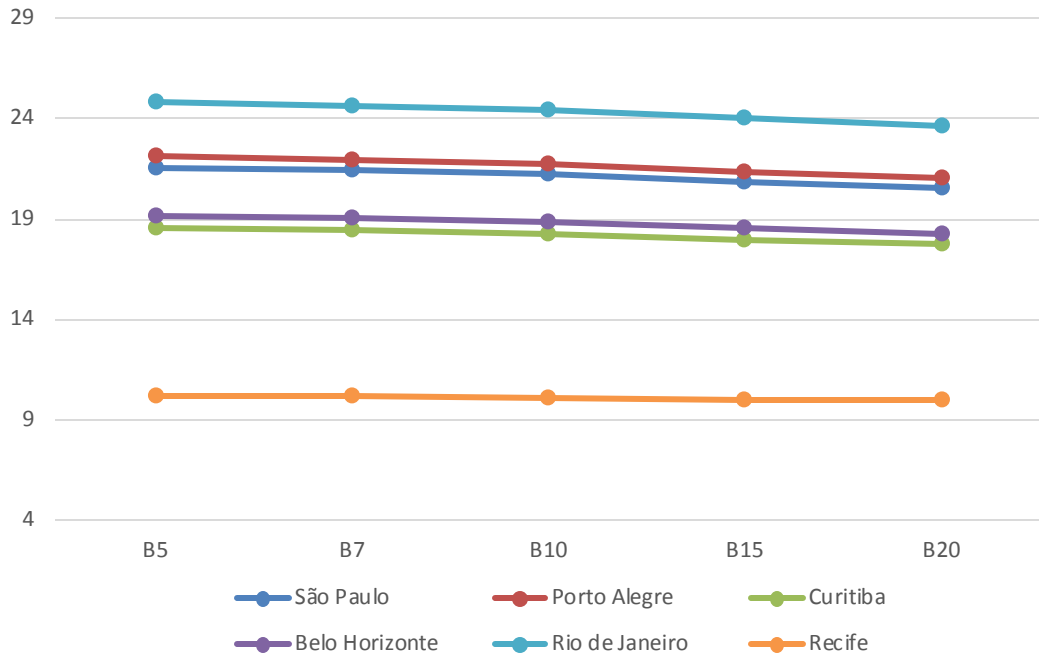
APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Cálculo Ambiental

REGIÃO METROPOLITANA	$MP_{2,5}$	REDUÇÃO NO $MP_{2,5}$			
		B7	B10	B15	B20
		1,6%	3,4%	6,6%	9,6%
São Paulo	21,60	21,43	21,24	20,90	20,58
Porto Alegre	22,10	21,93	21,73	21,38	21,05
Curitiba	18,60	18,45	18,29	18,00	17,72
Belo Horizonte	19,20	19,05	18,88	18,58	18,29
Rio de Janeiro	24,80	24,60	24,39	23,99	23,63
Recife	10,25	10,17	10,08	10,00	10,00

Redução de $MP_{2,5}$ nas trocas de % de mistura de biodiesel no diesel



Cálculo Ambiental

Cenário Estacionário:

Supôs-se a poluição atmosférica constante nos quatro cenários, ou seja, a concentração de $MP_{2,5}$ invariável de 2012 a 2025.

Epidemiológico + Econômico

Epidemiológico

Mortes

- A) Projeção Mortes (totais) até 2025;
- B) Cálculo do número de mortes atribuíveis até 2025;
- C) Cálculo do benefício do biodiesel em termos de redução do número de mortes, e
- D) Cálculo do número de anos de vida perdidos prematuramente em decorrência da poluição.

Internações

- A) Projeção Internações (câncer, cardio, resp. adulto e resp. infantil) até 2025;
- B) Cálculo do número de internações públicas atribuíveis para todas as RMs e privadas da RMSP, até 2025; e
- C) Cálculo do benefício do biodiesel em termos de redução do número de internações.

Econômico

Valor das internações públicas para todas as RMs

Valor das internações privadas para RMSP

e

Custo da morte

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil
INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Epidemiológico: Mortes e Internações

A.1. Projeção Mortes até 2025:

$$\sum_{x}^{n} {}_{n}d_{x}^{t(projeção)} = \frac{{}_{n}d_{x}^{2012,RM}}{\sum_{x}^{n} {}_{n}d_{x}^{2012,UF}} * {}_{n}d_{x}^{t,UF}$$

Hipótese: proporção de óbitos em cada grupo etário na RM em relação à UF se mantém o mesmo durante todo o período da projeção.

A.2. Projeção Internações até 2025:

$$\sum_{x}^{n} {}_{n}I_{x}^{t(projeção)} = \frac{{}_{n}I_{x}^{2012,RM}}{\sum_{x}^{n} {}_{n}Pop_{x}^{2012,UF}} * {}_{n}Pop_{x}^{t,UF}$$

Hipótese: taxa de internação por grupo etário em 2012 permanece fixa durante todo o período da projeção.

B. Cálculo do número de mortes e internações atribuíveis à poluição entre 2012 e 2025 para 3 cenários de poluição:

$$\sum_{x}^{n} {}_{n}d(ou\ I)_{x}^{t,atribuivel,BX} = {}_{n}d(ou\ \mathrm{I})_{x}^{t(projeção)} * fa \begin{cases} fa = (rr-1)/rr \\ RR = \left[\dfrac{\left(MP_{2,5}^{Observado}+1\right)}{\left(MP_{2,5}^{BX}+1\right)}\right]^{\beta} \end{cases}$$

- Estacionário (mesmo MP2,5 em todo t)

BX= fração do biodiesel

C. Cálculo do benefício do biodiesel em cada ano, para cada cenário BX e RM:

$$\sum_{x}^{n} {}_{n}d(ou\ I)_{x}^{t,benefício,BX} = {}_{n}d(ou\ I)_{x}^{t,atribuível,BX} - {}_{n}d(ou\ I)_{x}^{t,atribuível,B5}$$

- Estacionário (mesmo $PM_{2,5}$ em todo t)

BX	2012	2015	2018	2022	2025
B5	X	X	X	X	X
B7		X	X	X	X
B10		X	X		
B15		X		X	
B20		X			X

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Epidemiológico: Cálculo DALY (componente YLL)

- O DALY (*Disability Adjusted Life Years*) é um método desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em conjunto com a Universidade de Harvard com o objetivo de mensurar a carga de doenças em populações (Murray & Lopez, 1996),
- Conjuga, em uma mesma medida, os anos de vida perdidos pela mortalidade prematura (YLL= *Years of Life Lost*) e os anos de vida vividos com incapacidade na população (YLD= *Years Lived with Disability*).

DALY=YLL+YDL

$$YLL = \sum_{x}^{n} {}_{n}d_{x}^{t,atribuível,BX} * e^{x}$$

e^{x} **corresponde à esperança de vida padrão em cada idade, utilizando como padrão a maior esperança de vida já alcançada no mundo (Japão).**

Observação: na ausência de dados sobre pesos de incapacidade atribuíveis à poluição para a população do Brasil, o DALY é representado apenas pelo componente YLL, referente à mortalidade prematura devido à poluição do ar.

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Econômico: valor das internações públicas

- O valor per capita das internações públicas, por cada causa, em cada Região Metropolitana, é multiplicado pelo número de internações evitáveis pelo incremento do biodiesel.

$$\sum_{x}^{n} {}_{n}Valor_{x}^{t(projeção)} = {}_{n}Valorpc_{x}^{2012} * {}_{n}I_{x}^{t,benefício,BX}$$

Hipótese: valor per capita das internações públicas (I) por grupo etário x a x+n permanece o mesmo de 2012 (R$ de 2012).

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Econômico: custo da morte

- A mortalidade prematura acarreta perda econômica ao longo de toda a vida. Em um único período, a perda pode ser mensurada pelo produto que uma pessoa deixou de gerar ao longo do ano (ABAC, 2014):

$$\sum_{x}^{n} {}_{n}Custo_morte_{x}^{t(projeção)} = {}_{n}PIB_{x}^{2012} * {}_{n}d_{x}^{t,benefício,BX}$$

Onde:

${}_{n}PIB_{x}^{2012}$= PIB per capita para cada RM (em R$ de 2012)

${}_{n}d_{x}^{t,benefício,BX}$ = número de mortes evitáveis para cada mistura de biodiesel

Hipótese: supõe mesmo PIB per capita para todos os grupos etários.

Fonte: Victoria Institute of Strategic Economic Studies (VISES). **The impact of health on work attendance and productivity in the APEC region.** Victoria University, 2014.

Banco de dados

1. Mortalidade

1.1 ***Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)*** do Ministério da Saúde, para o ano de 2012, por grupo etário e Região Metropolitana.

Variável: todas as causas de morte por grupo etário e Região Metropolitana

1.2 ***Projeções de mortalidade do IBGE*** entre 2012 e 2025 (Revisão 2013)

Variável: *número de mortes projetada*, por grupo etário e UF.

Banco de dados

2. Internações públicas (número de internações e valor da internação)

2.1 Sistema de Informações Hospitalares (SIH) do Datasus, por causa, grupo etário e Região Metropolitana

Causas consideradas	Subcategoria	Grupos etários considerados	Parâmetro beta
Câncer	- Neoplasia maligna de traqueia, brônquios e pulmões	40 anos ou mais	0,40 (Pope, 2004)
Cardiovasculares	- Acidente vascular cerebral não especificado, hemorrágico ou isquêmico - Hemorragia intracraniana - Infarto agudo do miocárdio - Infarto cerebral - Outras doenças isquêmicas do coração	40 anos ou mais	0,18 (Nielsen, 2013)
Doenças respiratórias em adultos	- Bronquite enfisema e outras doenças pulmonares, obstrutivas crônicas, - Asma - Pneumonia	60 anos ou mais	0,31 (Cançado, 2006)
Doenças respiratórias em crianças	- Pneumonia	Menor de 5 anos	0,214 (Cançado, 2006)

Variável: *número de internações* e *valor total* das internações pelas causas listadas acima, por grupo etário e Região Metropolitana.

Banco de dados

3. Projeções populacionais do IBGE

Utilizadas para o cálculo do número de internações entre 2012 e 2025 (Revisão 2013).

Variável: *número de pessoas projetado* por grupos etários e UF.

4. PIB per capita a valores de 2012 obtidos pelo IPEADATA (para cada RM) e deflacionados pelo deflator implícito do IBGE

RESULTADOS SUBESTIMADOS:

Resposta clínica à poluição atmosférica:

- Segundo a figura ao lado, o número de pessoas afetadas será tanto menor quanto maior for a gravidade da situação observada. As projeções do peso da poluição atmosférica sobre a saúde foram estabelecidas principalmente em termos de internações (doença grave) e mortalidade – dados disponíveis para estudos clínicos, o que é claramente uma enorme subestimação;

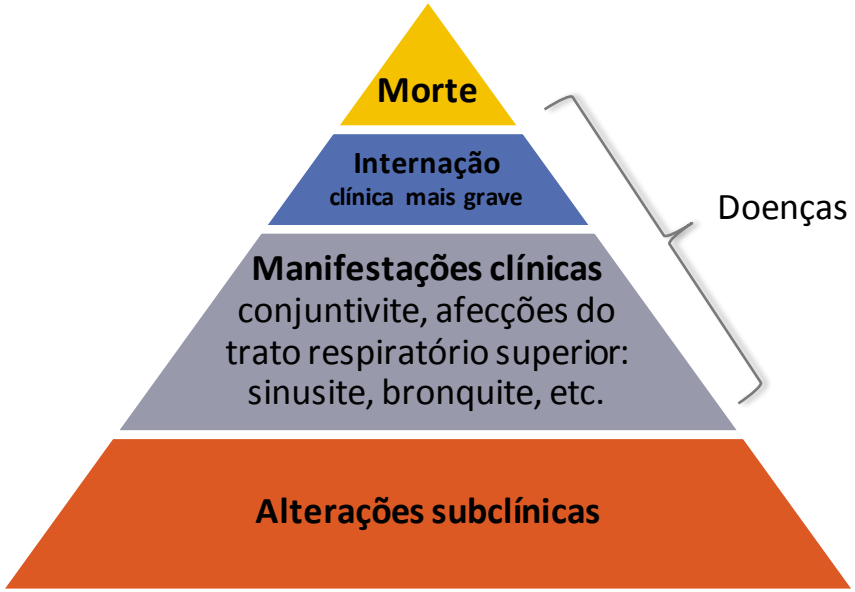
Emissão de poluentes:

- Este estudo utiliza o cenário estacionário de poluição para os próximos 10 anos, que provavelmente não será a realidade, tendo em vista às perdas de políticas (inspeção veicular) e à pobre perspectiva de políticas públicas no futuro;

- Estudos em túneis realizados m SP demonstram que os fatores de emissão médios dos veículos à diesel são superiores aos utilizados pela CETESB. Assim, a participação real do diesel no MP deve ser maior do que o indicado no relatório da CETESB que é utilizado neste estudo;

Dados epidemiológicos:

- As projeções de mortalidade e população utilizadas no cálculo da mortalidade e internação atribuíveis à poluição correspondem aos cálculos realizados pelo IBGE em 2008. É importante observar que essas projeções, quando comparadas aos dados reais de mortalidade e população para o ano de 2012, estão subestimadas, para todas as Unidades da Federação. Por esse motivo, os resultados apontam para uma subestimação das projeções de mortalidade e internações encontradas nesse estudo utilizadas como linha de base.



Pirâmide populacional: número de pessoas afetadas e a gravidade das consequências para a saúde das alterações na poluição atmosférica. (SALDIVA, modificado)

Resultados

APROBIO
Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO
SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Medidas de MP nos cenários propostos

	São Paulo			
	Cenário estacionário de poluição			
	2015	2018	2022	2025
B5	21,60	21,60	21,60	21,60
B7	21,43	21,43	21,43	21,43
B10	21,24	21,24	21,24	21,24
B15	20,90	20,90	20,90	20,90
B20	20,58	20,58	20,58	20,58

	Belo Horizonte			
	Cenário estacionário de poluição			
	2015	2018	2022	2025
B5	19,20	19,20	19,20	19,20
B7	19,05	19,05	19,05	19,05
B10	18,88	18,88	18,88	18,88
B15	18,58	18,58	18,58	18,58
B20	18,29	18,29	18,29	18,29

	Porto Alegre			
	Cenário estacionário de poluição			
	2015	2018	2022	2025
B5	22,10	22,10	22,10	22,10
B7	21,93	21,93	21,93	21,93
B10	21,73	10,53	10,53	10,53
B15	21,38	21,38	21,38	21,38
B20	21,05	21,05	21,05	21,05

	Rio de Janeiro			
	Cenário estacionário de poluição			
	2015	2018	2022	2025
B5	24,80	24,80	24,80	24,80
B7	24,60	24,60	24,60	24,60
B10	24,39	24,39	24,39	24,39
B15	23,99	23,99	23,99	23,99
B20	23,63	23,63	23,63	23,63

	Curitiba			
	Cenário estacionário de poluição			
	2015	2018	2022	2025
B5	18,60	18,60	18,60	18,60
B7	18,45	18,45	18,45	18,45
B10	18,29	18,29	18,29	18,29
B15	18,00	18,00	18,00	18,00
B20	17,72	17,72	17,72	17,72

	Recife			
	Cenário estacionário de poluição			
	2015	2018	2022	2025
B5	10,25	10,25	10,25	10,25
B7	10,17	10,17	10,17	10,17
B10	10,08	10,08	10,08	10,08
B15	10,00	10,00	10,00	10,00
B20	10,00	10,00	10,00	10,00

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

SÃO PAULO – REGIÃO METROPOLITANA
Mortes e Custos

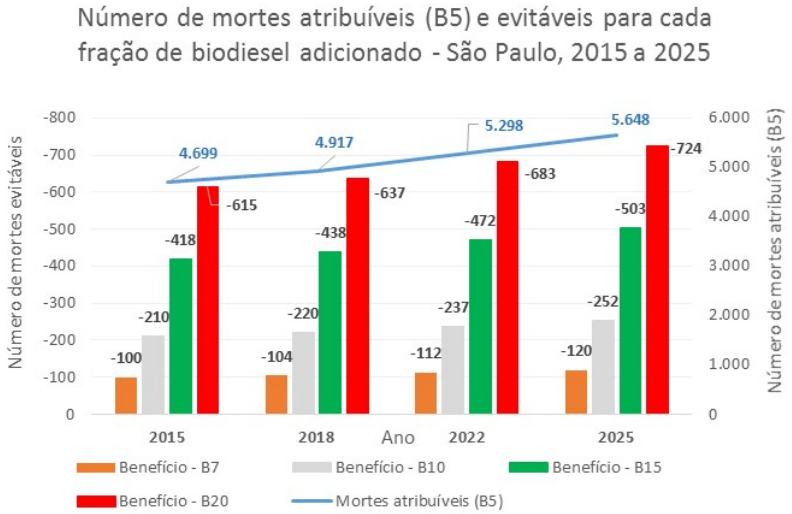
Acumulado entre 2015 e 2025 - São Paulo

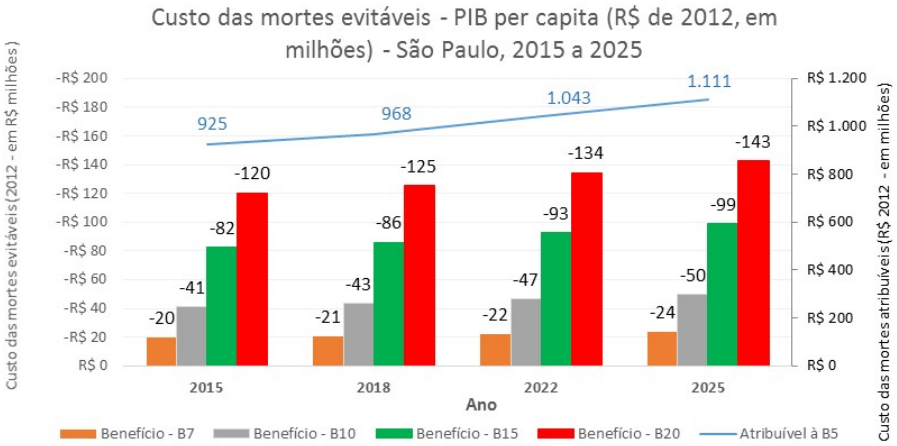
Fração do biodiesel	Número de mortes	Custo da morte (R$ de 2012)
Atribuível à B5	56.550	11.129.350.349
Benefício - B7	-1.200	-236.184.860
Benefício - B10	-2.556	-497.080.790
Benefício - B15	-5.033	-990.556.719
Benefício - B20	-7.319	-1.439.921.353

Em 2015, na RMSP, seriam contabilizadas 4.699 mortes com o uso de B5. Em um cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento de mortes, seriam esperados, entre 2015 e 2025, 56.550 mortes.

Entre 2015 e 2025, estima-se uma redução de 1.200 mortes (ou evitadas) com a adição do biodiesel B7, redução de 2.556 mortes com a adição de B10, de 5.033 mortes com B15 e de 7.319 mortes com a adição de B20.

A economia total pela redução das mortes, no período de 2015 a 2025, varia de R$ 236 milhões com adição de B7 a aproximadamente R$ 1,4 bilhões com B20.





RESULTADOS DOS CENÁRIOS
Mortes - RM São Paulo
Interpretação

Cenário 1

Participação de Biodiesel até **20%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7, B10, B15 e B20

2015

B5

Cenário 1: Em 2015, observa-se, com a introdução de B7, o benefício de 100 vidas salvas, em relação a 4.699 mortes com o uso de B5 no mesmo ano. Com a introdução de B10, 210 vidas salvas, com B15, 418, e com B20, 612.

Cenário 2

Participação de Biodiesel até **10%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7 e B10

2018

B5

Cenário 2: Em 2018, observa-se, com o B7, o benefício de 104 vidas salvas em relação a 4.917 mortes com o uso de B5 no mesmo ano. Com a introdução de B10, 220 vidas salvas.

BX	2012	2015	2018	2022	2025
B5	X	X	X	X	X
B7		X	X	X	X
B10		X	X		
B15		X		X	
B20		X			X

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

RESULTADOS DOS CENÁRIOS
Mortes - RM São Paulo
Interpretação

Cenário 3

Participação de Biodiesel até **15%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7 e B15

2022

B5

Cenário 3: Em 2022, observa-se, com o B7, o benefício de 112 vidas salvas em relação a 5.298 mortes com o uso de B5. Com a introdução de B15, teríamos 472 vidas salvas.

Cenário 4

Participação de Biodiesel até 20% na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7 e B20

2025

B5

Cenário 4: Em 2025, observa-se, com o B7, o benefício de 120 vidas salvas em relação a 5.648 mortes com o uso de B5. Com a introdução de B20, seriam 724 vidas salvas.

BX	2012	2015	2018	2022	2025
B5	X	X	X	X	X
B7		X	X	X	X
B10		X	X		
B15		X		X	
B20		X			X

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

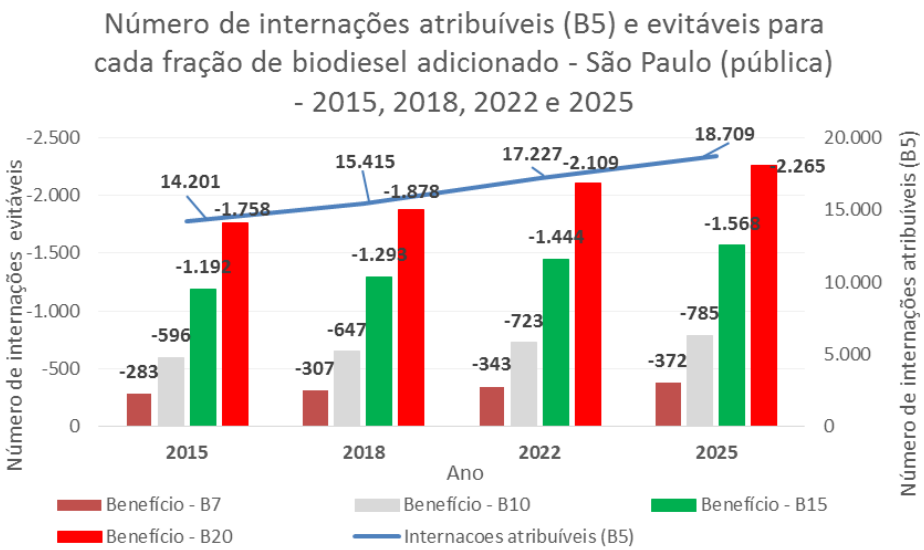
SÃO PAULO – REGIÃO METROPOLITANA
Internações: pública + suplementar

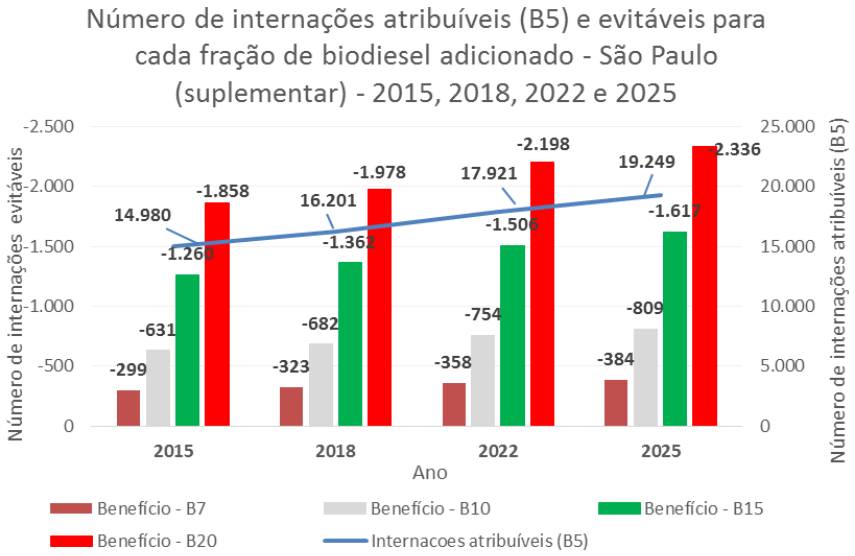
Acumulado entre 2015 e 2025 - São Paulo

Fração do biodiesel	Internações públicas	Internações privadas	Total
Atribuível à B5	179.947	187.838	367.785
Benefício - B7	-3.582	-3.749	-7.331
Benefício - B10	-7.552	-7.901	-15.453
Benefício - B15	-15.092	-15.789	-30.881
Benefício - B20	-22.003	-23.019	-45.022

Em 2015, na RMSP, seriam contabilizadas 29.1 81internações públicas e privadas com o uso de B5. Em um cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento populacional, seriam esperadas, entre 2015 e 2025, 367.785 internações com B5.

Entre 2015 e 2025, estima-se uma redução de 7.331 internações com a adição do biodiesel B7, redução de 15.453 internações com a adição de B10, 30.881 com B15 e 45.022 com a adição de B20.





RESULTADOS DOS CENÁRIOS

Internações totais: pública e suplementar

Interpretação

Cenário 1

Participação de Biodiesel até **20%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7, B10, B15 e B20

2015

B5

Cenário 1: Em 2015, observa-se, com a introdução de B7, o benefício de internações 582 evitadas, em relação a 29.1 81 internações com o uso de B5 no mesmo ano. Com a introdução de B10, 1.227 internações evitadas, com B15, 2.452, e com B20, 3.616.

Cenário 2

Participação de Biodiesel até **10%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7 e B10

2018

B5

Cenário 2: Em 2018, observa-se, com a introdução de B7, o benefício de 630 internações evitadas em relação a 31.616 internações com o uso de B5 no mesmo ano. Com a introdução de B10, 1329 vidas seriam salvas.

BX	2012	2015	2018	2022	2025
B5	X	X	X	X	X
B7		X	X	X	X
B10		X	X		
B15		X		X	
B20		X			X

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

RESULTADOS DOS CENÁRIOS

Internações totais

Interpretação

Cenário 3

Participação de Biodiesel até **15%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7 e B15

2022

B5

Cenário 3: Em 2022, observa-se, com a introdução de B7, o benefício de 701 internações evitadas em relação a 35.148 internações com o uso de B5. Com a introdução de B15, seriam evitadas 2.950 internações.

Cenário 4

Participação de Biodiesel até 20% na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7 e B20

2025

B5

Cenário 4: Em 2025, observa-se, com a introdução de B7, o benefício de 756 internações evitadas em relação a 37.958 internações com o uso de B5. Com a introdução de B20 seriam evitadas 4.601 internações.

BX	2012	2015	2018	2022	2025
B5	X	X	X	X	X
B7		X	X	X	X
B10		X	X		
B15		X		X	
B20		X			X

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

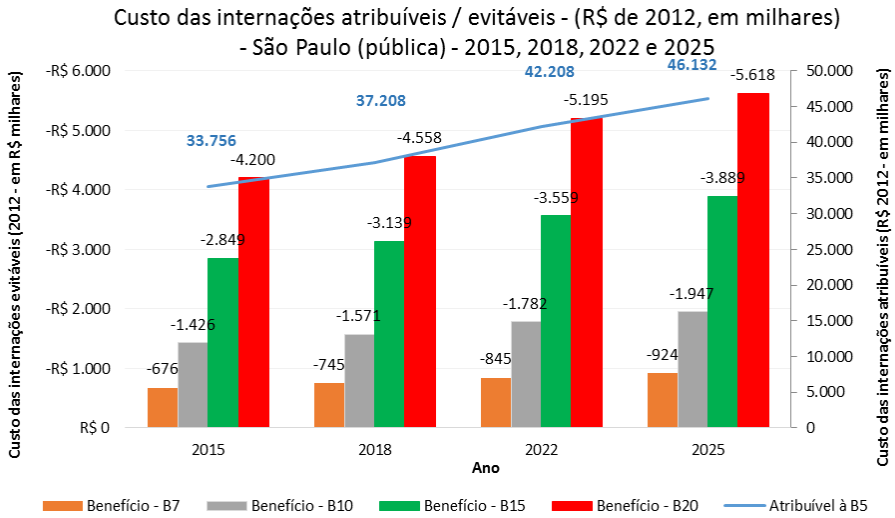
INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

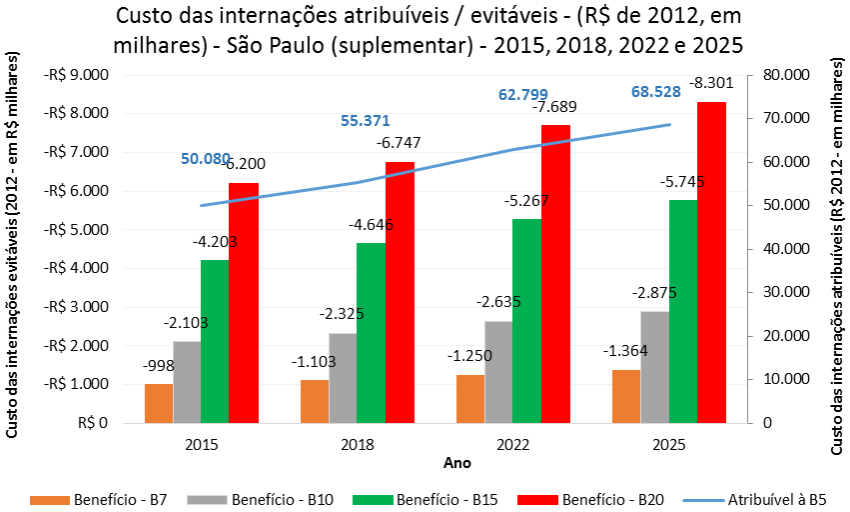
SÃO PAULO – REGIÃO METROPOLITANA
Custo das Internações (pública + suplementar)

Acumulado entre 2015 e 2025 - São Paulo

Fração do biodiesel	Custo internação pública (R$ de 2012)	Custo internação privada (R$ de 2012)	Total (R$ 2012)
Atribuível à B5	437.532.432	650.609.487	1.088.141.918
Benefício - B7	-8.763.423	-12.955.140	-21.718.563
Benefício - B10	-18.470.455	-27.309.003	-45.779.458
Benefício - B15	-36.902.617	-54.575.633	-91.478.250
Benefício - B20	-53.786.581	-79.564.322	-133.350.903

Em 2015, na RMSP, o custo das internações (publicas e privadas) devido à poluição seria de aproximadamente R$ 84 milhões com o uso de B5. Em um cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento populacional, seria esperado em 11 anos, entre 2015 e 2025, o gasto com internações públicas devido à poluição do ar de aproximadamente R$ 440milhões, de internações privadas de R$ 650 milhões e, somadas, um total de aproximadamente R$ 1 bilhão com o uso de B5.
No entanto, com a adição de B7, entre 2015 e 2025, estima-se uma economia de aproximadamente R$ 8,8 milhões em internações públicas, R$ 13 milhões de internações privadas e R$ 21,7 milhões no total. Com a adição de B20, entre 2015 e 2025, estima-se uma economia de aproximadamente R$ 54 milhões em internações públicas, R$ 80 milhões de internações privadas e, somadas, um total de aproximadamente R$ 133 milhões.





Os dados de internação suplementar disponíveis não são claros. Utiliza-se a média do gasto com internações privadas, que é baixo e inclui todas as causas de internação (o valor é igual para todas as causas).

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

RESULTADOS DOS CENÁRIOS
Custo das Internações totais

Interpretação

Cenário 1

Participação de Biodiesel até **20%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7, B10, B15 e B20

2015

B5

Cenário 1: Em 2015, observa-se a economia de aproximadamente R$ 1.7 milhão devido às internações evitadas com a introdução de B7, em relação ao gasto de cerca de R$ 84 milhões com o uso de B5 no mesmo ano. Com a introdução de B10, a economia seria de cerca de R$ 3.5 milhões; com B15, cerca de R$ 7 milhões, e, com B20, R$ 10.5 milhões.

Cenário 2

Participação de Biodiesel até **10%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.

Simulação: B7 e B10

2018

B5

Cenário 2: Em 2018, observa-se, a economia de aproximadamente R$ 1.8 milhão devido às internações evitadas com a introdução de B7, em relação ao gasto de cerca de R$ 92 milhões com internações com o uso de B5 no mesmo ano. Com a introdução de B10, a economia seria de R$ 3.8 milhões.

BX	2012	2015	2018	2022	2025
B5	X	X	X	X	X
B7		X	X	X	X
B10		X	X		
B15		X		X	
B20		X			X

APROBIO
Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

RESULTADOS DOS CENÁRIOS
Custo das Internações totais

Cenário 3

Participação de Biodiesel até **15%** na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.
Simulação: B7 e B15

2022

B5

Cenário 3: Em 2022, observa-se a economia de aproximadamente R$ 2 milhão devido às internações evitadas com a introdução de B7 em relação ao gasto de R$ 105 milhões com o uso de B5. Com a introdução de B15, ocorrerá a economia de cerca de R$ 8.8 milhões.

Cenário 4

Participação de Biodiesel até 20% na adição de biodiesel na mistura ao diesel utilizado no transporte a diesel.
Simulação: B7 e B20

2025

B5

Cenário 4: Em 2025, observa-se a economia de aproximadamente R$ 2.3 milhão devido às internações evitadas com a introdução de B7 em relação a um gasto de cerca de R$ 114 milhões com o uso de B5. Com a introdução de B20, ocorrerá a economia de cerca de R$ 14 milhões.

Interpretação

BX	2012	2015	2018	2022	2025
B5	X	X	X	X	X
B7		X	X	X	X
B10		X	X		
B15		X		X	
B20		X			X

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

RIO DE JANEIRO – REGIÃO METROPOLITANA
Mortes e Custos

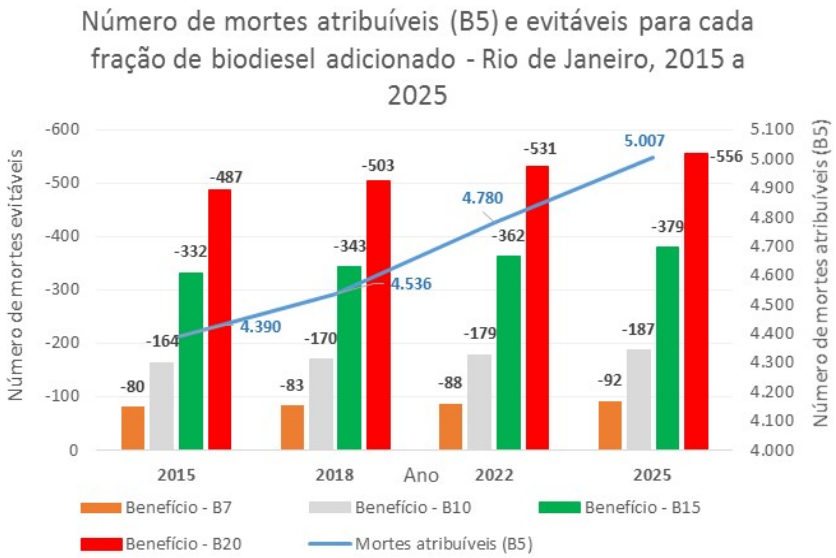
Em 2015, na RMRJ, seriam contabilizadas 4.390 mortes com o uso de B5 em 2015. Supondo a projeção de mortalidade em um cenário estacionário de poluição do ar seriam esperadas, para os próximos 11 anos, entre 2015 e 2025, 51.475 mortes com o uso de B5.

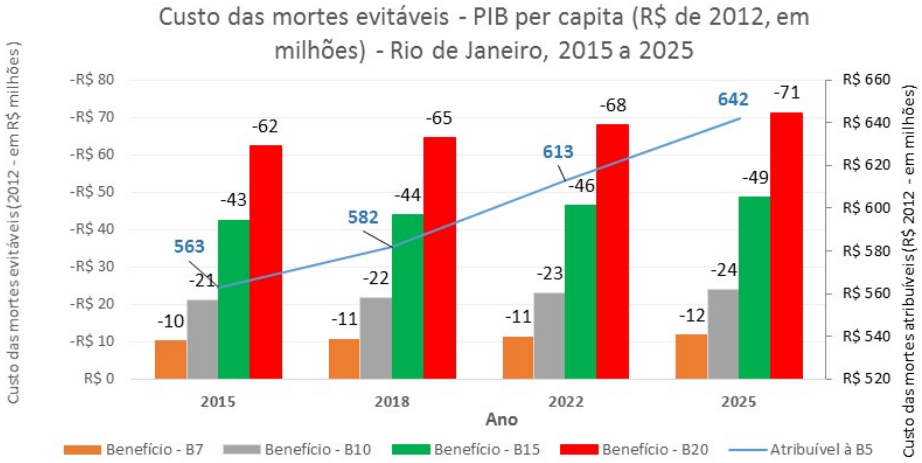
Entre 2015 e 2025, estima-se uma redução de 943 mortes (evitadas) com a adição do biodiesel B7; redução de 1.926 mortes com a adição de B10; 3.897 mortes com B15 e 5.712 mortes com a adição de B20.

A economia total pela redução das mortes, nos 11 anos, entre 2015 a 2025, variará de R$ 121 milhões com adição de B7 a aproximadamente R$ 733 milhões com adição de B20, comparados aos R$ 6,6 bilhões gastos devido às internações por doenças relacionadas à poluição do ar.

Acumulado entre 2015 e 2025 – Rio de Janeiro

Fração do biodiesel	Número de mortes	Custo da morte (R$ de 2012)
Atribuível à B5	51.475	6.601.638.050
Benefício - B7	-943	-120.955.422
Benefício - B10	-1.926	-247.034.958
Benefício - B15	-3.897	-499.809.902
Benefício - B20	-5.712	-732.609.053





RIO DE JANEIRO – REGIÃO METROPOLITANA
Internações públicas e Custos

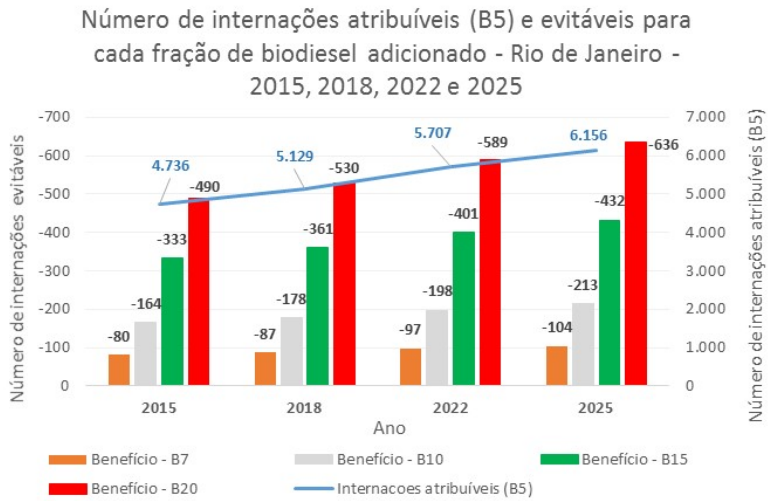
Acumulado entre 2015 e 2025 – Rio de Janeiro

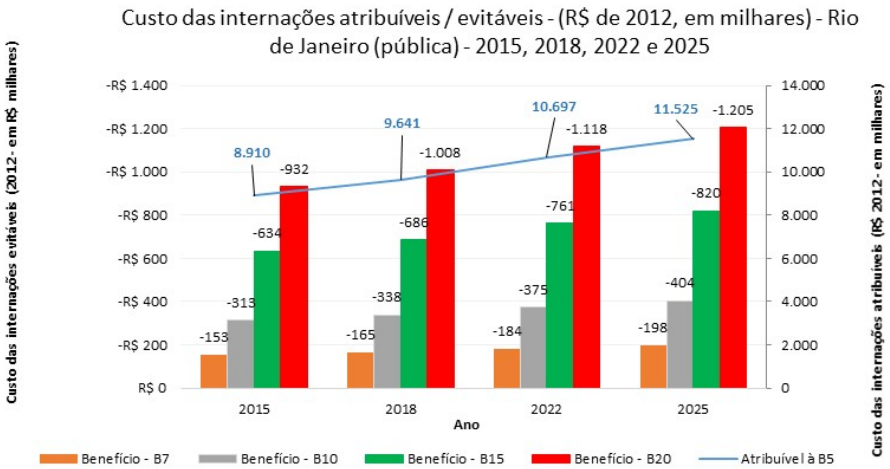
Fração do biodiesel	Número de internações	Custo das internações (R$ de 2012)
Atribuível à B5	59.688	112.326.202
Benefício - B7	-1.011	-1.927.430
Benefício - B10	-2.067	-3.941.414
Benefício - B15	-4.195	-7.994.585
Benefício - B20	-6.166	-11.745.911

Em 2015, na RMRJ, seriam contabilizadas 4.736 internações públicas com o uso de B5 em 2015. Em um cenário estacionário de poluição do ar e projeção de crescimento de mortes, seriam esperadas, entre 2015 e 2025, 59.688 internações .

Entre 2015 e 2025, estima-se uma redução de 1.011 internações com a adição do biodiesel B7; redução de 2.067 internações com a adição de B10; 4.195 com B15 e 6.166 com B20.

A economia total pela redução das internações, no período de 2015 a 2025, variará de R$ 1,9 milhão com adição de B7 a aproximadamente R$ 11,7 milhões com B20.





SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO – REGIÕES METROPOLITANAS
Comparação do cenário epidemiológico – 2015 a 2025

Número de mortes e internações atribuíveis e evitáveis à poluição – São Paulo e Rio de Janeiro, 2015 a 2025

Fração do biodiesel	Número de mortes 2015 a 2025		Número de internações 2015 a 2025		
	SP	RJ	SP_1	SP_2	RJ
B5	56.550	51.475	187.838	179.947	59.688
B7	-1.200	-943	-3.749	-3.582	-1.011
B10	-2.526	-1.926	-7.901	-7.552	-2.067
B15	-5.033	-3.897	-15.789	-15.092	-4.195
B20	-7.319	-5.712	-23.019	-22.003	-6.166

SP_1: Interações Privadas / SP_2 e RJ: Internações Públicas

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO – REGIÕES METROPOLITANAS
Comparação cenário econômico – 2015 a 2025

Custo das mortes e internações – São Paulo e Rio de Janeiro, 2015 a 2025

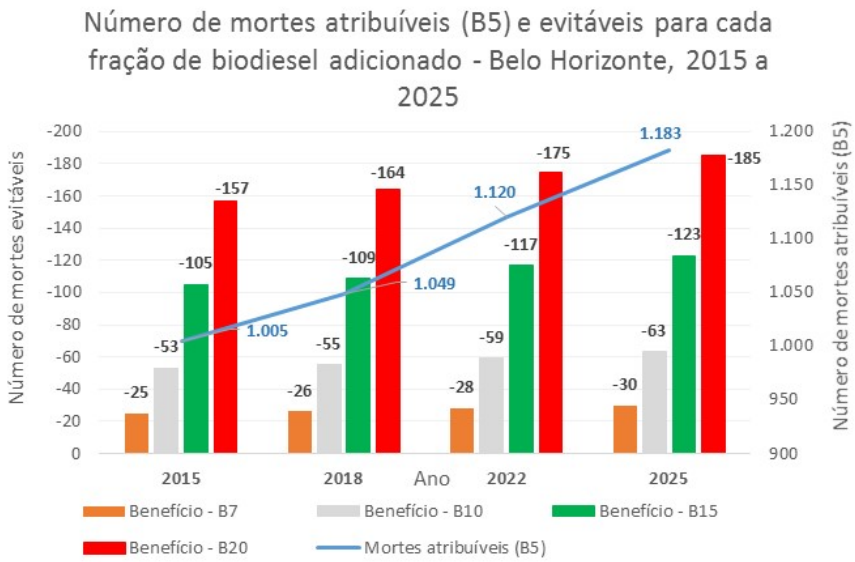
Fração do biodiesel	Custo mortes PIB (R$2012) 2015 a 2025		Custo internações (R$2012) 2015 a 2025		
	SP	RJ	SP1	SP2	RJ
B5	11.129.350.349	6.601.638.050	650.609.487	437.532.432	112.326.202
B7	-236.184.860	-120.955.422	-12.955.140	-8.763.423	-1.927.430
B10	-497.080.790	-247.034.958	-27.309.003	-18.470.455	-3.941.414
B15	-990.556.719	-499.809.902	-54.575.633	-36.902.617	-7.994.585
B20	-1.439.921.353	-732.609.053	-79.564.322	-53.786.581	-11.745.911

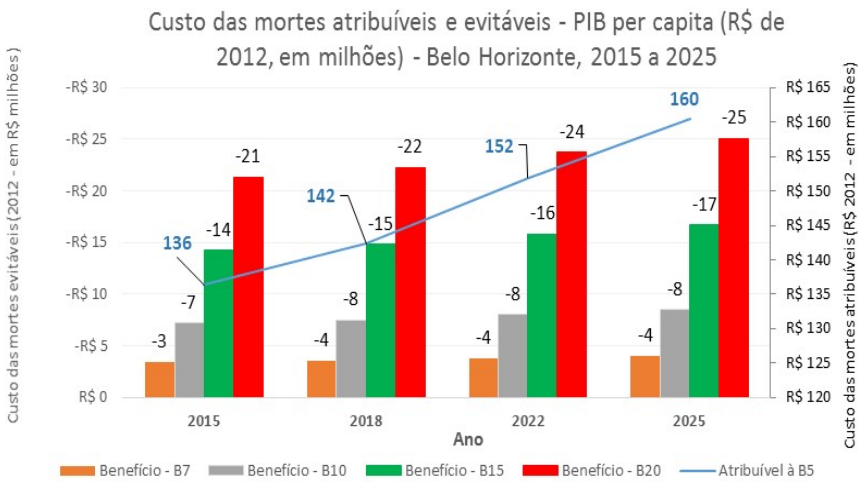
SP1: Interações Privadas / SP2 e RJ: Internações Públicas

A taxa de mortalidade no Rio de Janeiro é muito alta, o que faz com que o número de mortes se assemelhe, em números absolutos, ao número de mortes de São Paulo. Os números entre diferentes regiões não podem ser comparados.

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil
INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

BELO HORIZONTE – REGIÃO METROPOLITANA
Mortes e Custos



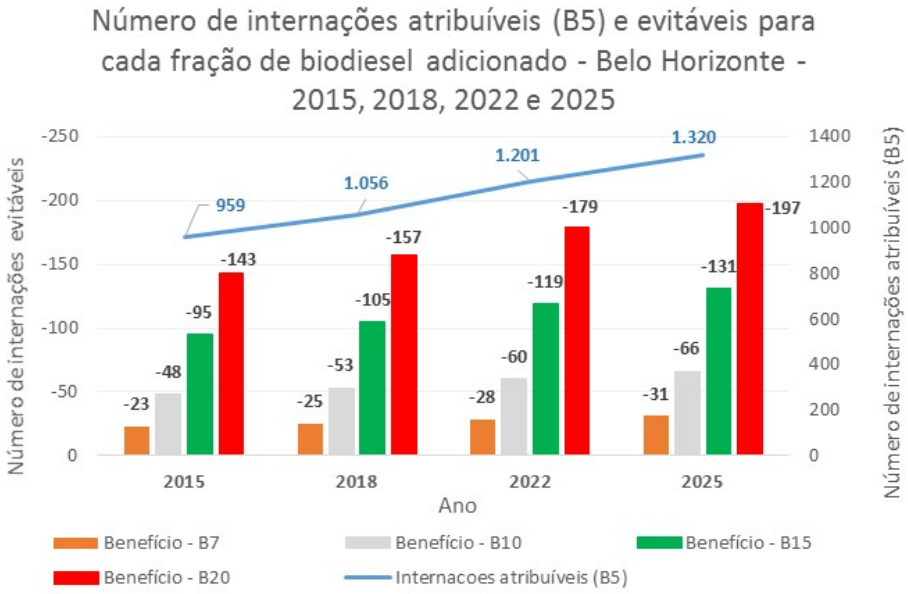


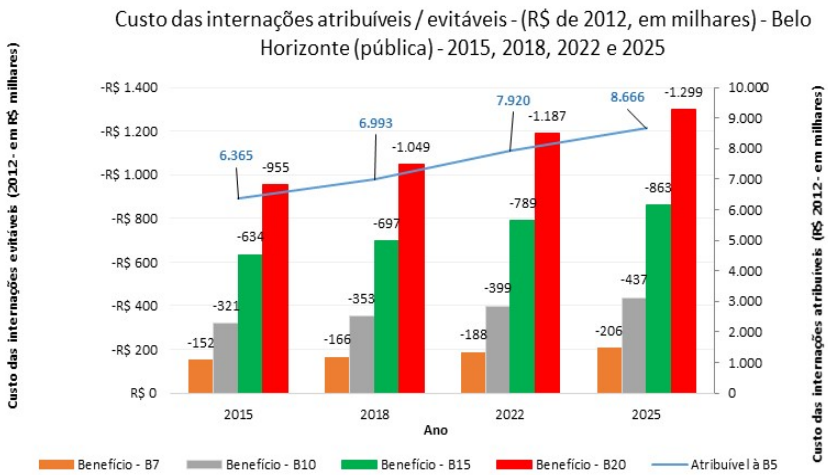
Em 2015, na RMBH, seriam contabilizadas 1.005 mortes com o uso de B5. Em um cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento de mortes, seriam esperadas, em 2025, 1.183 mortes.

Em 2025 estima-se uma redução de 30 mortes com a adição do biodiesel B7; 63 mortes com a adição de B10, 123 com a adição de B15 e 185 com a adição de B20.

A economia total pela redução das mortes (evitadas), em 2015, seria de R$ 3 milhões com o uso de B7; R$ 7 milhões com uso de B10; R$ 14 milhões com o uso de B15 e R$ 21 milhões com o uso de B20. Em 2025, a economia total seria de R$ 4 milhões com o uso de B7 e R$ 25 milhões com o uso de B20.

BELO HORIZONTE – REGIÃO METROPOLITANA
Internações públicas e Custos





Em 2015, na RMBH, seriam contabilizadas 959 internações com o uso de B5. No cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento da população, seriam esperadas, em 2025, 1.320 internações por doenças relacionadas à poluição.

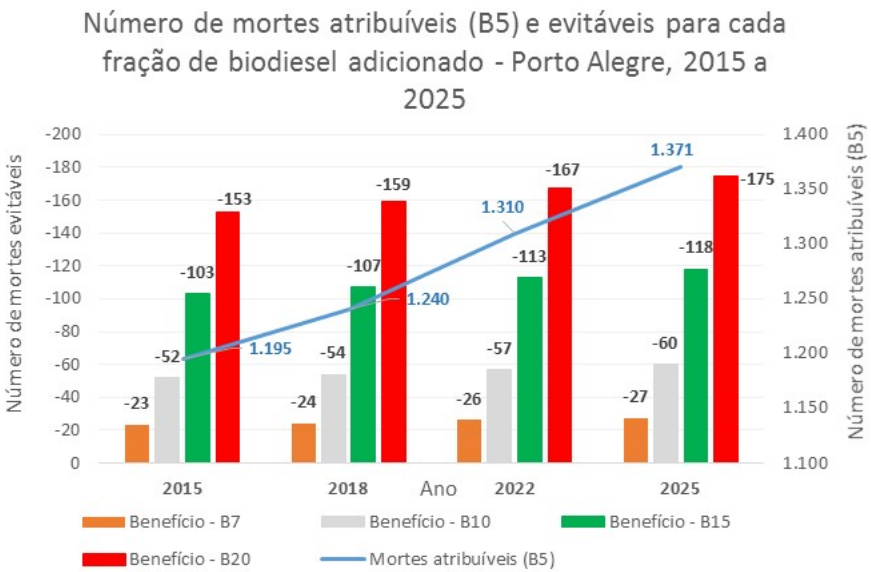
Em 2025 estima-se uma redução de 31 internações com a adição do biodiesel B7, 66 com a adição de B10, 131 com a adição de B15 e 197 com a adição de B20.

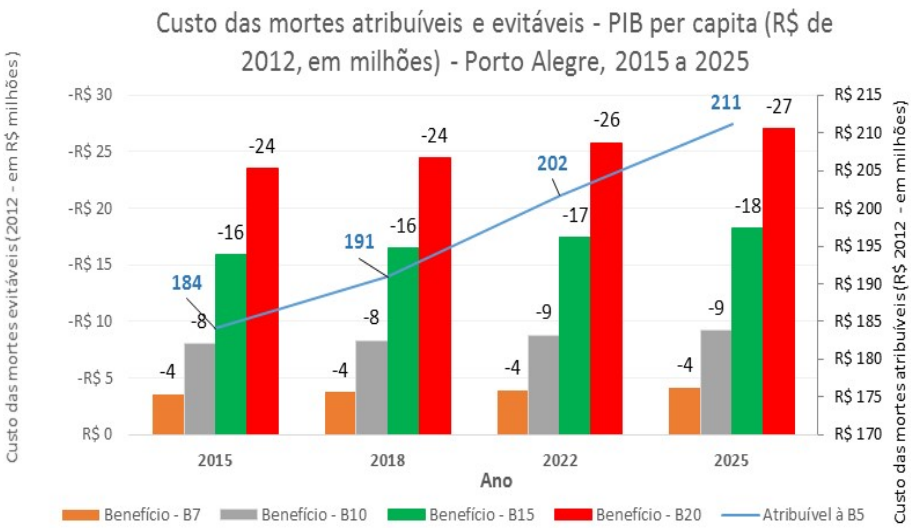
A economia pela redução das internações, em 2015, seria de R$ 152 mil com o uso de B7 e R$ 955 mil com o uso de B20. Em 2025, a economia seria de R$ 206 mil com o uso de B7 e R$ 1, 3 milhão com o uso de B20.

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

PORTO ALEGRE – REGIÃO METROPOLITANA
Mortes e Custos



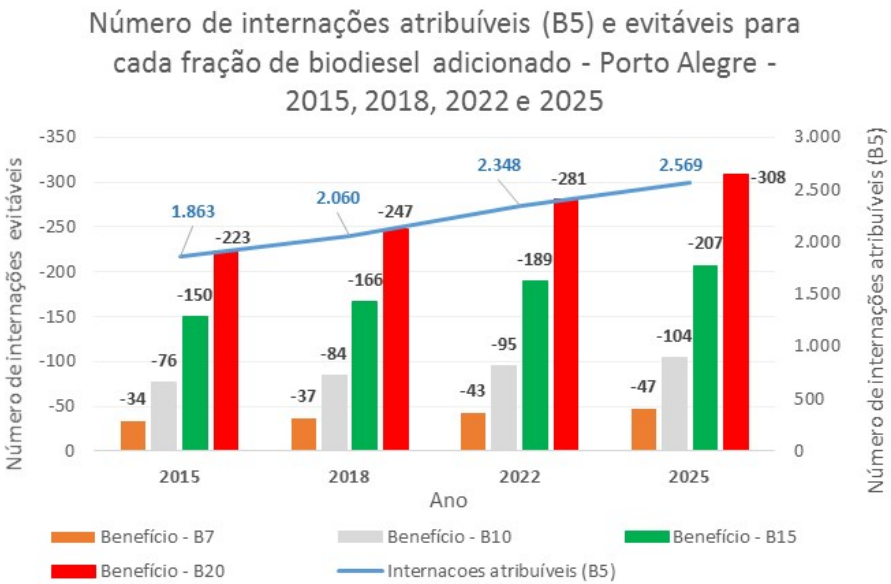


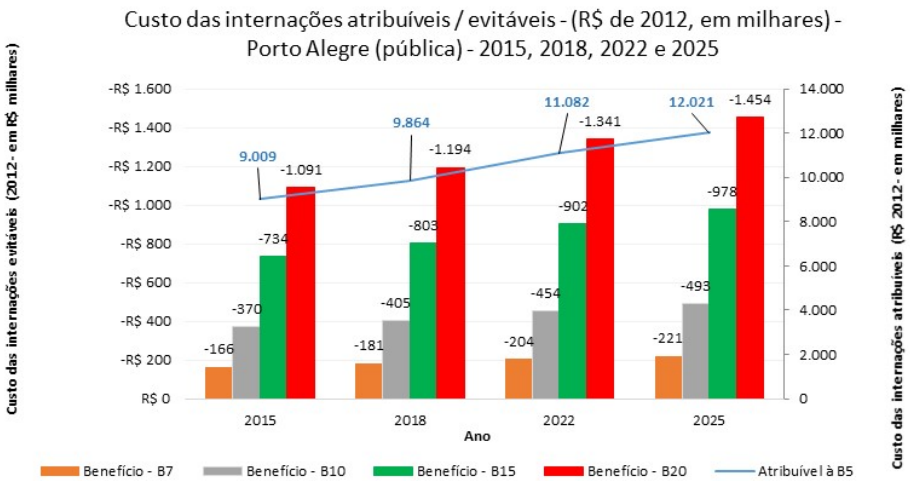
Em 2015, na RMPOA, seriam contabilizadas 1.195 mortes com o uso de B5. Em um cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento de mortes, seriam esperadas, em 2025, 1.371 mortes.

Em 2025 estima-se uma redução de 27 mortes com a adição do biodiesel B7; 60 mortes com a adição de B10; 118 com a adição de B15 e 175 com a adição de B20.

A economia total pela redução das mortes (evitadas), em 2015, seria de R$ 4 milhões com o uso de B7; R$ 8 milhões com uso de B10; R$ 16 milhões com o uso de B15 e R$ 24 milhões com o uso de B20. Em 2025, a economia total seria de R$ 4 milhões com o uso de B7 e R$ 27 milhões com o uso de B20.

PORTO ALEGRE – REGIÃO METROPOLITANA
Internações públicas e Custos



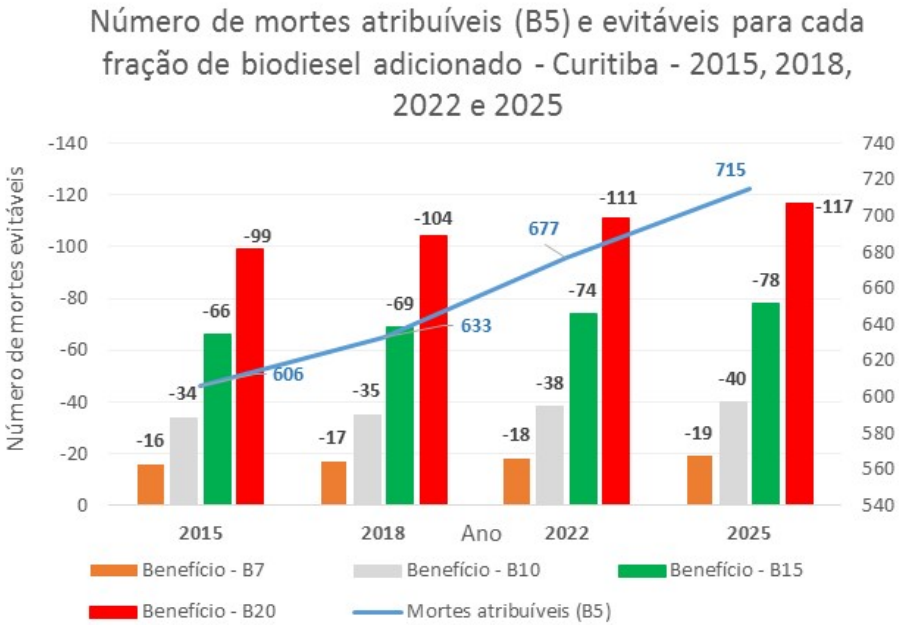


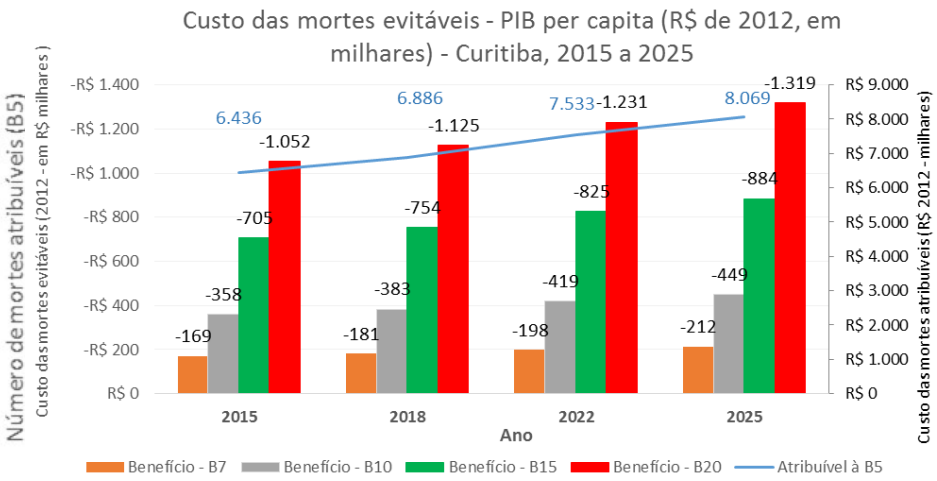
Em 2015, na RMPOA, seriam contabilizadas 1.863 internações com o uso de B5. No cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento da população, seriam esperadas, em 2025, 2.569 internações por doenças relacionadas à poluição.

Em 2025 estima-se uma redução de 47 internações com a adição do biodiesel B7; 104 com a adição de B10; 207 com a adição de B15 e 308 com a adição de B20.

A economia pela redução das internações, em 2015, seria de R$ 166 mil com o uso de B7 e R$ 1,1 milhão com o uso de B20. Em 2025, a economia seria de R$ 221 mil com o uso de B7 e R$ 1,5 milhão com o uso de B20.

CURITIBA – REGIÃO METROPOLITANA
Mortes e Custos





Em 2015, na RMCuritiba, seriam contabilizadas 606 mortes com o uso de B5. Em um cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento de mortes, seriam esperadas, em 2025, 715 mortes.

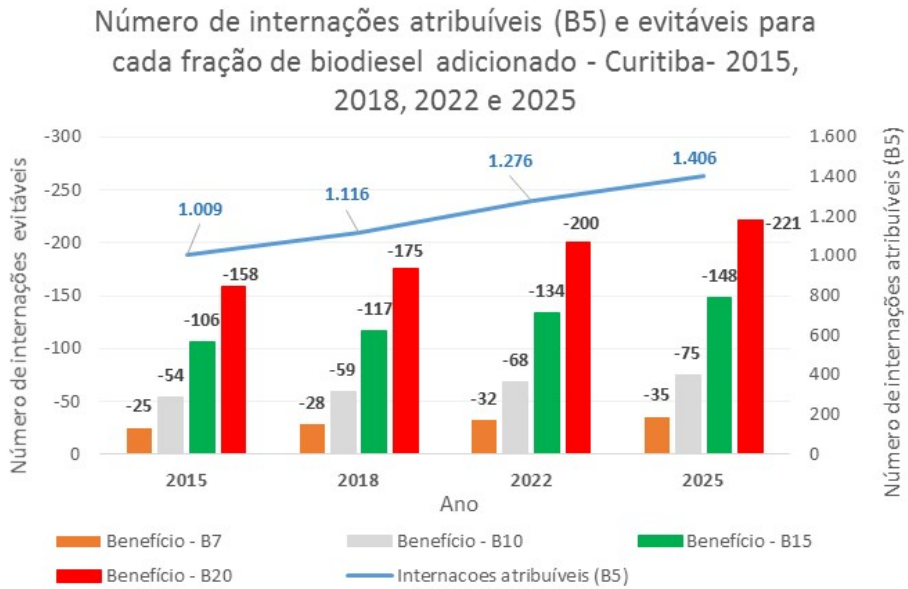
Em 2025 estima-se uma redução de 19 mortes com a adição do biodiesel B7; 40 mortes com a adição de B10; 78 com a adição de B15 e 117 com a adição de B20.

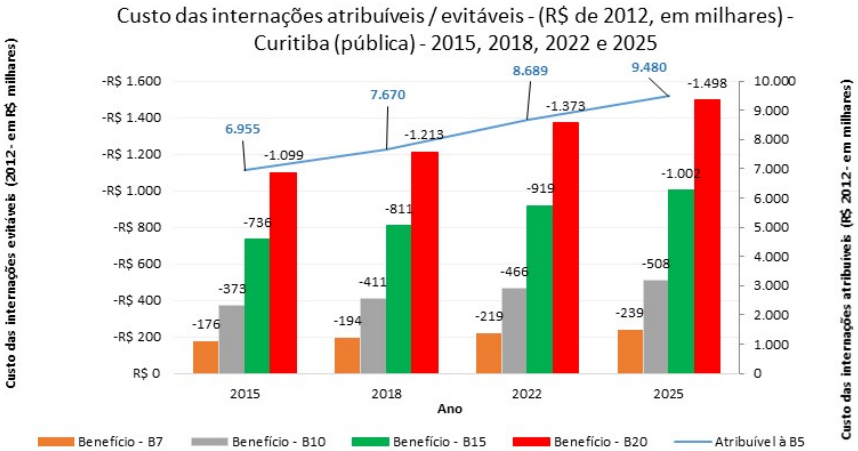
A economia total pela redução das mortes (evitadas), em 2015, seria de R$ 169 mil com o uso de B7; R$ 358 mil com uso de B10; R$ 705 mil com o uso de B15 e R$ 1,05 milhão com o uso de B20. Em 2025, a economia total seria de R$ 212 mil com o uso de B7 e R$ 1,3 milhão com o uso de B20.

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

CURITIBA – REGIÃO METROPOLITANA
Internações públicas e Custos





Em 2015, na RM Curitiba, seriam contabilizadas 1.009 internações com o uso de B5. No cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento da população, seriam esperadas, em 2025, 1.406 internações por doenças relacionadas à poluição.

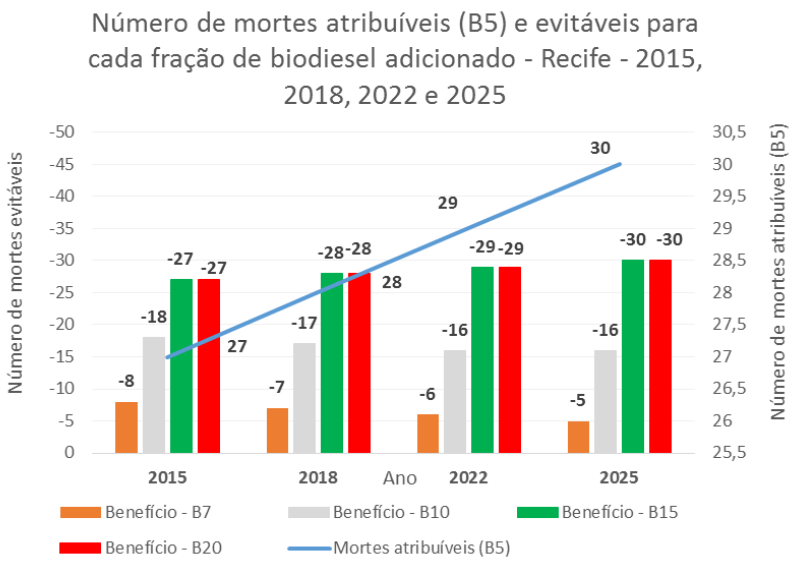
Em 2025 estima-se uma redução de 35 internações com a adição do biodiesel B7; 75 com a adição de B10; 148 com a adição de B15 e 221 com a adição de B20.

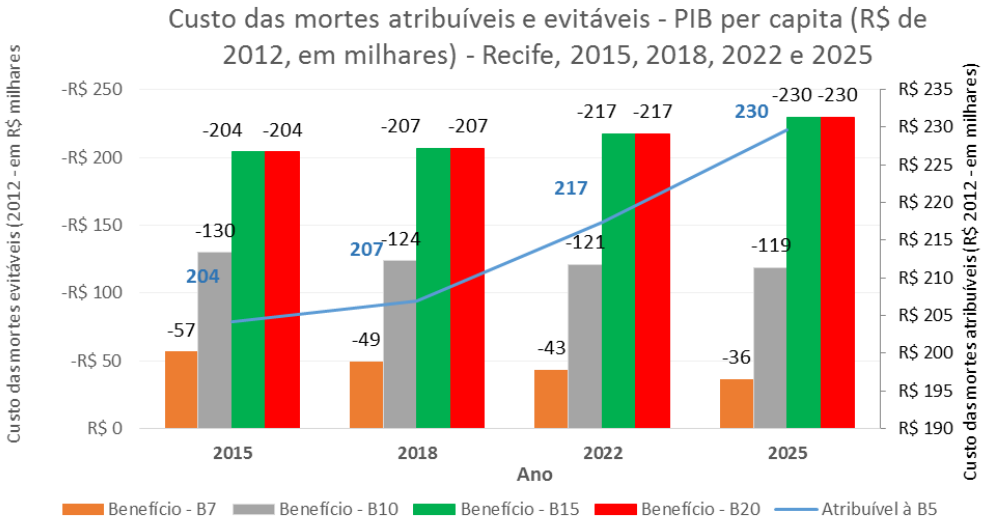
A economia pela redução das internações, em 2015, seria de R$ 176 mil com o uso de B7 e R$ 1,1 milhão com o uso de B20. Em 2025, a economia seria de R$ 239 mil com o uso de B7 e R$ 1,5 milhão com o uso de B20.

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

RECIFE – REGIÃO METROPOLITANA
Mortes e Custos



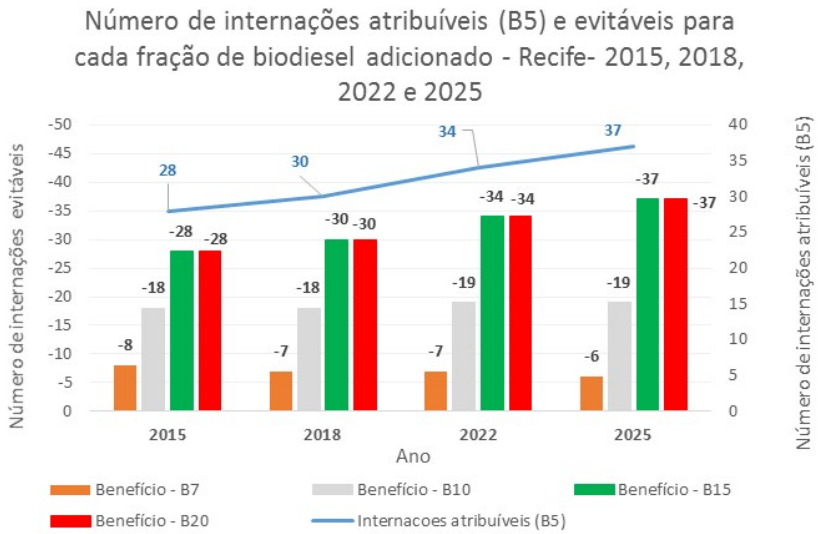


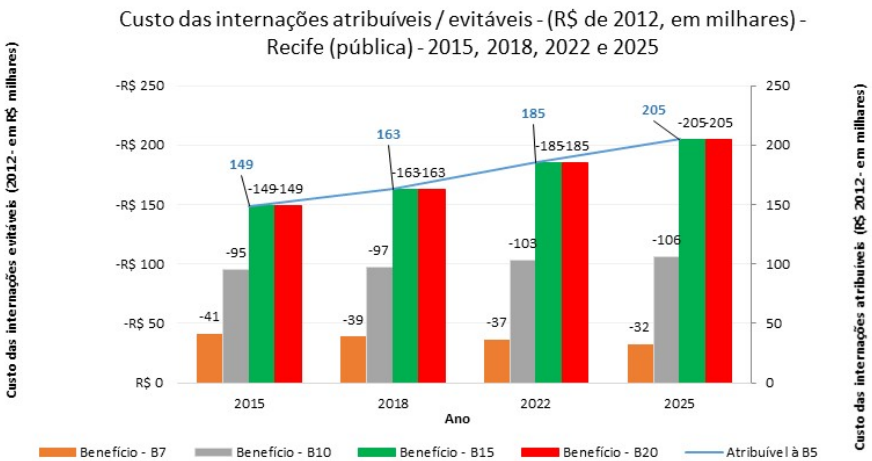
Em 2015, na RM Recife, seriam contabilizadas 27 mortes com o uso de B5. Em um cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento de mortes, seriam esperadas, em 2025, 30 mortes.

Em 2025 estima-se uma redução de 5 mortes com a adição do biodiesel B7; 16 mortes com a adição de B10; 30 com a adição de B15 e 30 com a adição de B20.

A economia total pela redução das mortes (evitadas), em 2015, seria de R$ 57 mil com o uso de B7; R$ 130 mil com uso de B10; R$ 204 mil com o uso de B15 e R$ 204 mil com o uso de B20. Em 2025, a economia total seria de R$ 36 mil com o uso de B7 e R$ 230 mil com o uso de B20.

RECIFE – REGIÃO METROPOLITANA
Internações públicas e Custos





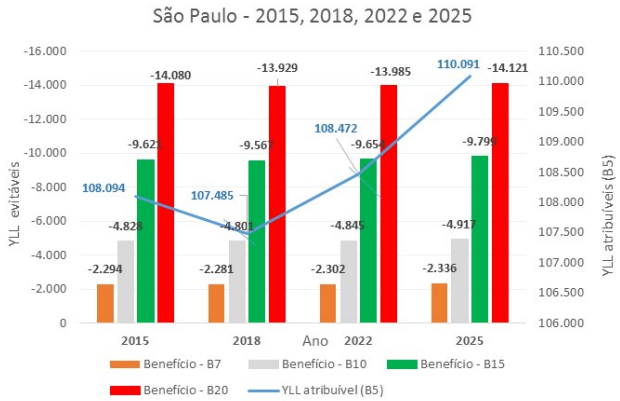
Em 2015, na RM Recife, seriam contabilizadas 28 internações com o uso de B5. No cenário estacionário de poluição e projeção de crescimento da população, seriam esperadas, em 2025, 37 internações por doenças relacionadas à poluição.

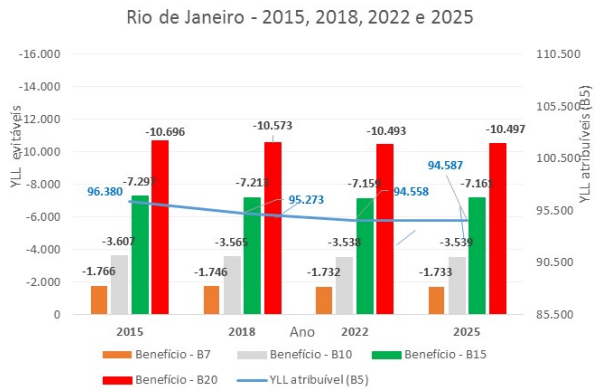
Em 2025 estima-se uma redução de 6 internações com a adição do biodiesel B7; 19 com a adição de B10; 37 com a adição de B15 e 37 com a adição de B20.

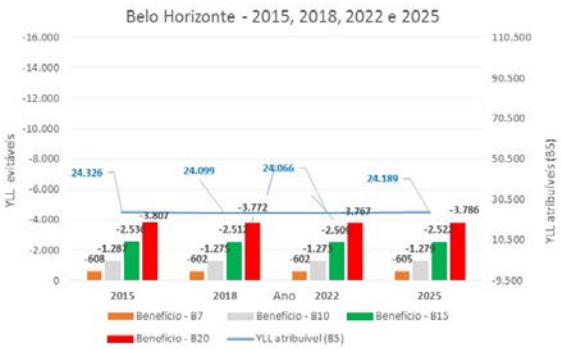
A economia pela redução das internações, em 2015, seria de R$ 41 mil com o uso de B7 e R$ 149 mil com o uso de B20. Em 2025, a economia seria de R$ 32 mil com o uso de B7 e R$ 205 mil com o uso de B20.

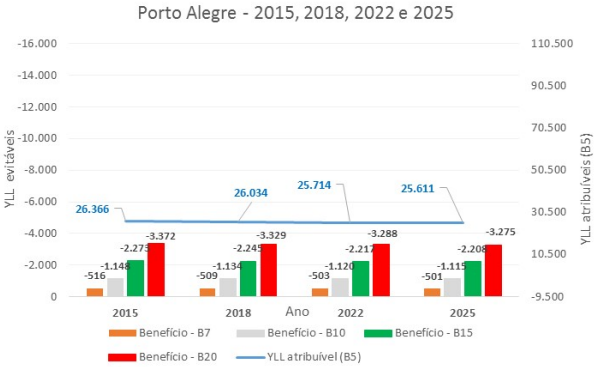
Anos de vida perdidos (YLL-Years Life Lost) (Gráficos com mesma escala)

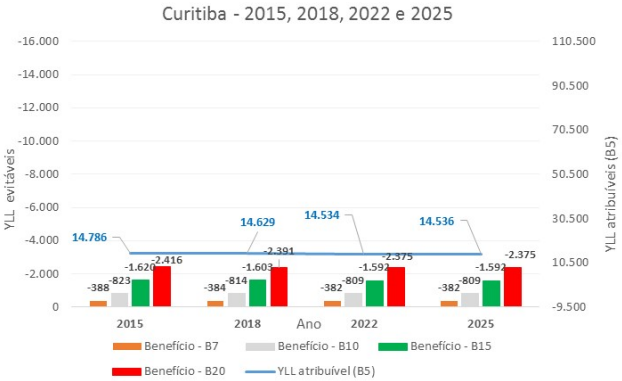
Todas as Regiões Metropolitanas

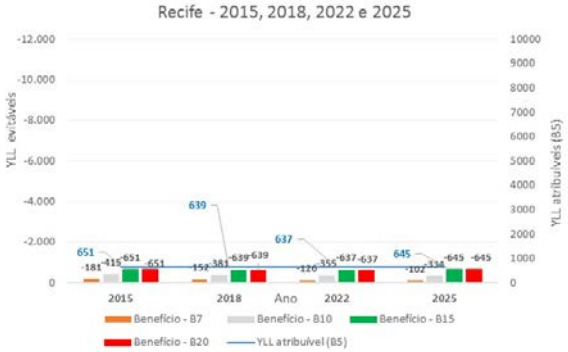






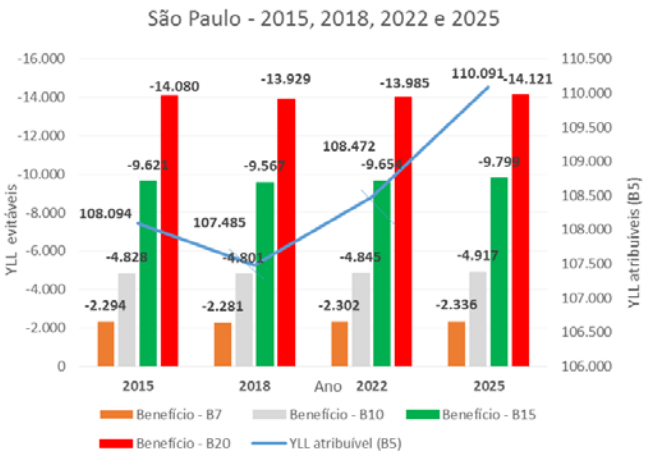


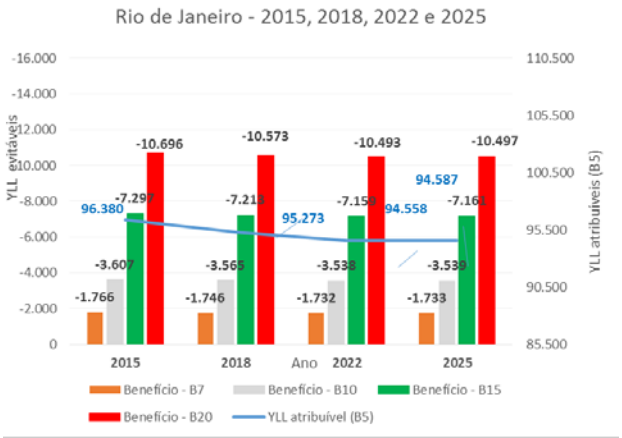


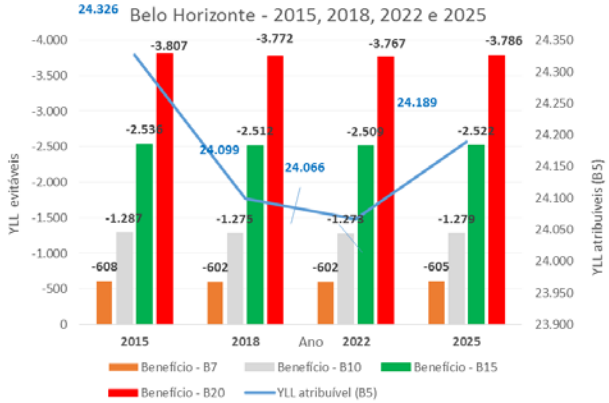


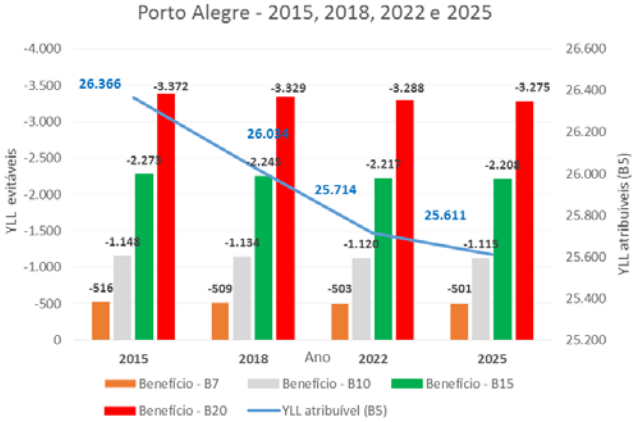
Anos de vida perdidos (YLL-Years Life Lost) (Gráficos com escalas diferentes – melhor visualização)

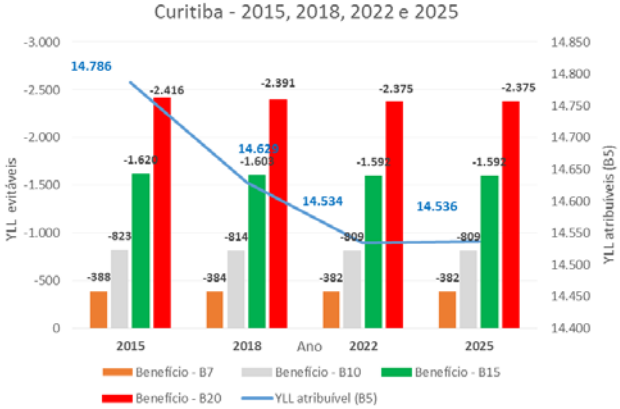
Todas as Regiões Metropolitanas

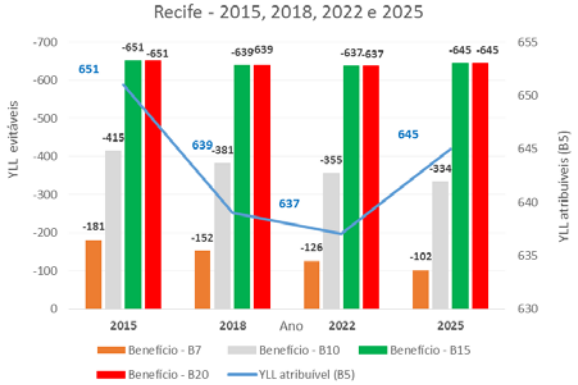












SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO – REGIÕES METROPOLITANAS
Comparação do cenário epidemiológico (YLL) – 2015 a 2025

Número de anos de vida perdidos em função da mortalidade prematura (YLL)
São Paulo e Rio de Janeiro, 2015 a 2025

Fração do biodiesel	YLL 2015 a 2025	
	SP	RJ
B5	1.203.936	1.054.436
B7	-25.550	-19.319
B10	-53.773	-39.457
B15	-107.155	-79.831
B20	-155.875	-117.015

APROBIO Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

INSTITUTO
SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Instituto Saúde e Sustentabilidade
Av. Brigadeiro Faria Lima, nº1826 – cj. 806
Jd. Paulistano – São Paulo CEP 01451-001
Tel 11 3759-0472 | 11 3213-6962

vanjav@saudeesustentabilidade.org.br
www.saudeesustentabilidade.org.br