



CONSULTORIA
E PROJETOS
pecege

Irrigação

Análise dos efeitos no RenovaBio



Agenda



Estudo macroeconômico
RenovaBio



Estudo geral
Abrangência: Brasil



Estudo de caso
Abrangência: Bevap



Agenda

Estudo macroeconômico

RenovaBio

- Eixos estratégicos (dados da ANP)
- Mercado de Cbios (passado e futuro)



Agenda

Estudo geral

Abrangência: Brasil

- Relação irrigação / produtividade
 - Dados Pecege:
 - Safra 2021/22 e 2022/23;
 - Amostra de 72 usinas.
 - Metodologia:
 - Correlação de Pearson;
 - Regressão linear.



Agenda

Estudo de caso

- Abrangência: Bevap
- Dados Bevap:
 - Base de dados de área irrigada por gotejamento e de área em sistema de sequeiro (salvamento).
 - Interpretações da RenovaCalc.
 - Comparação de regimes de irrigação.
 - Simulação
 - Estudo complementar

Estudo macroeconômico

RenovaBio

O Programa RenovaBio é parte da Política Nacional de Biocombustíveis, instituída pela Lei N° 13.576/2017.

Eixos estratégicos



Metas de
Descarbonização



Crédito de
Descarbonização - CBIO



Certificação de Produção
Eficiente de
Biocombustíveis



Expansão da
produção e uso de
biocombustíveis

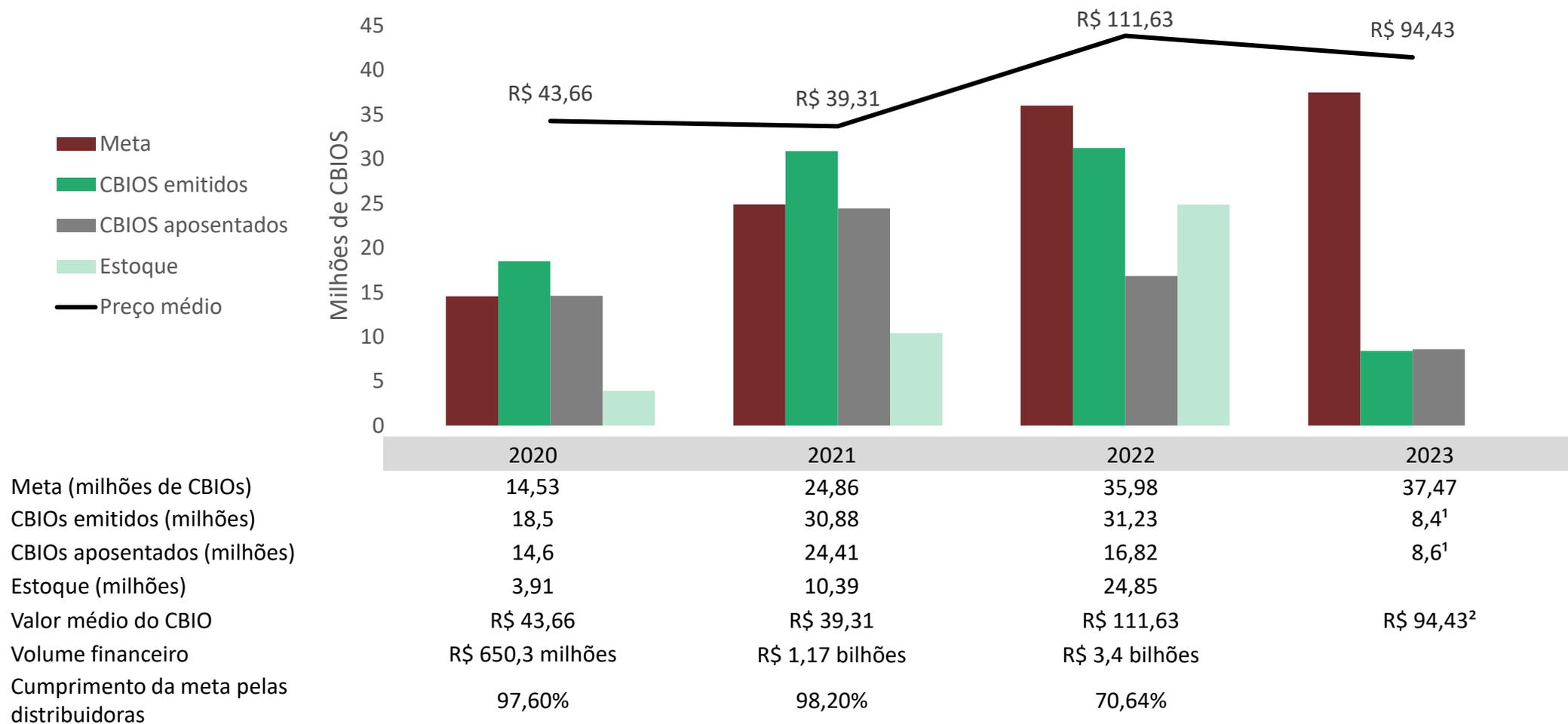


Redução das
emissões



Mercado de CBIOS

Eixos estratégicos



¹ Valores até 18/04/2023.

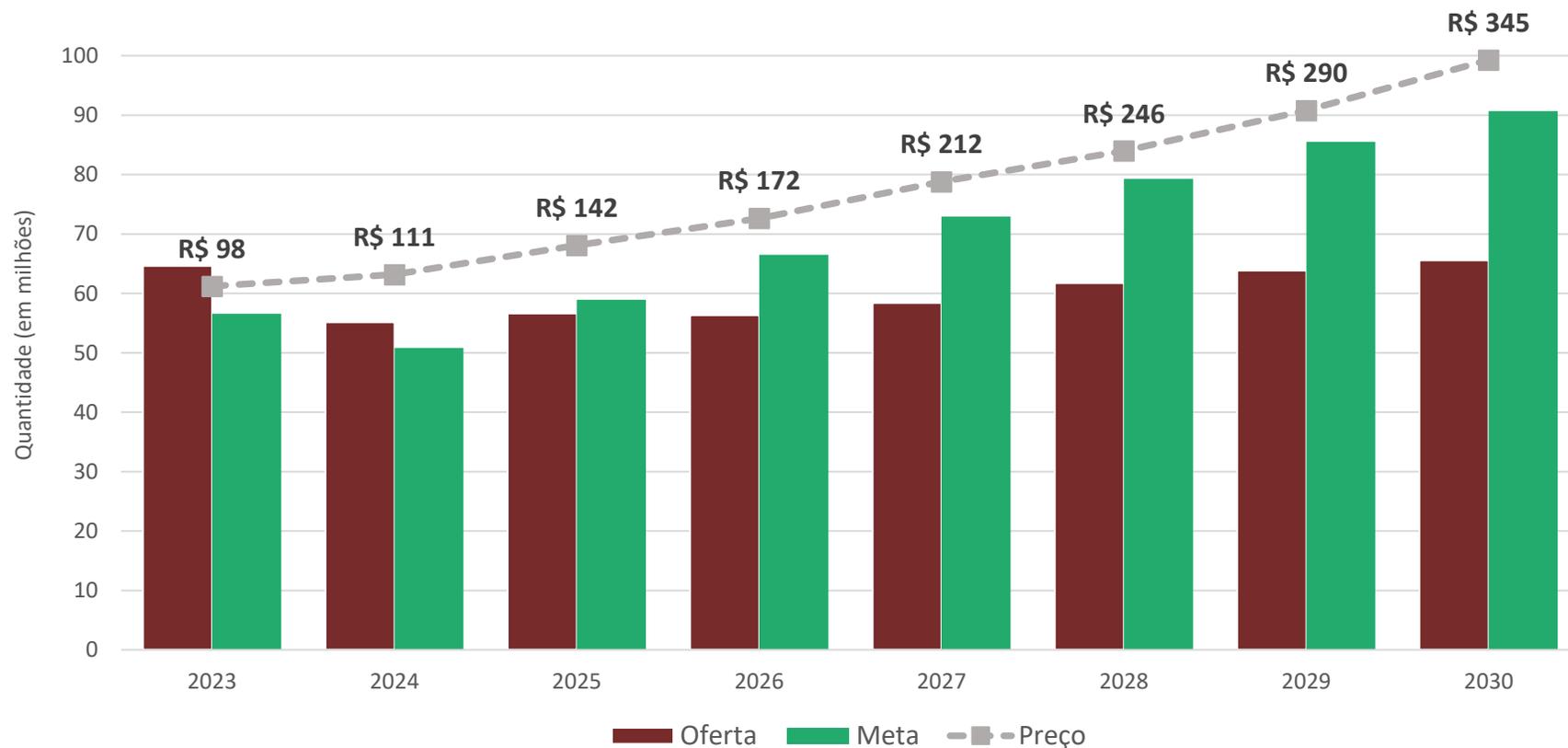
² Média dos preços entre 02/01/2023 e 14/04/2023.

Fonte: MME e ANP



Mercado de CBIOs

Estimativa de longo-prazo da oferta, demanda e preço



No longo prazo, mesmo com o aumento do volume elegível, a emissão de CBIOs deverá ficar aquém das metas estipuladas, o que deve resultar em fortes elevações no seu preço de comercialização.

Com isso, a expectativa para o futuro é de um ambiente favorável no mercado para os emissores de CBIOs.

¹Preços recebidos pelo produtor, líquido de impostos e frete (PVU).

A quantidade de oferta de CBIOs corresponde a soma de emissões de novos CBIOs e estoque.

Nota: Fator CBIO mantido constante e volume elegível com crescimento gradual do volume elegível.

Fonte: EPE, B3 e Pecege





Agenda

Estudo geral

Abrangência: Brasil

- Relação irrigação / produtividade
 - Dados Pecege:
 - Safra 2021/22 e 2022/23;
 - Amostra de 72 usinas.
 - Metodologia:
 - Correlação de Pearson;
 - Regressão linear.

Relação

Irrigação/fertirrigação *versus* produtividade da terra

Correlação

A correlação entre a produtividade da terra (cana soca) e o percentual de área¹ irrigada/fertirrigada foi de 30,8%.

Interpretação

Esse valor positivo indica que a medida em que se aumenta a proporção de área irrigada/fertirrigada no trato soca, aumenta-se também a produtividade da terra (t cana/ha).

$Prod_i = \alpha + Aif_i\beta_i$	
α	60,15739 ***
β	13,56809 ***

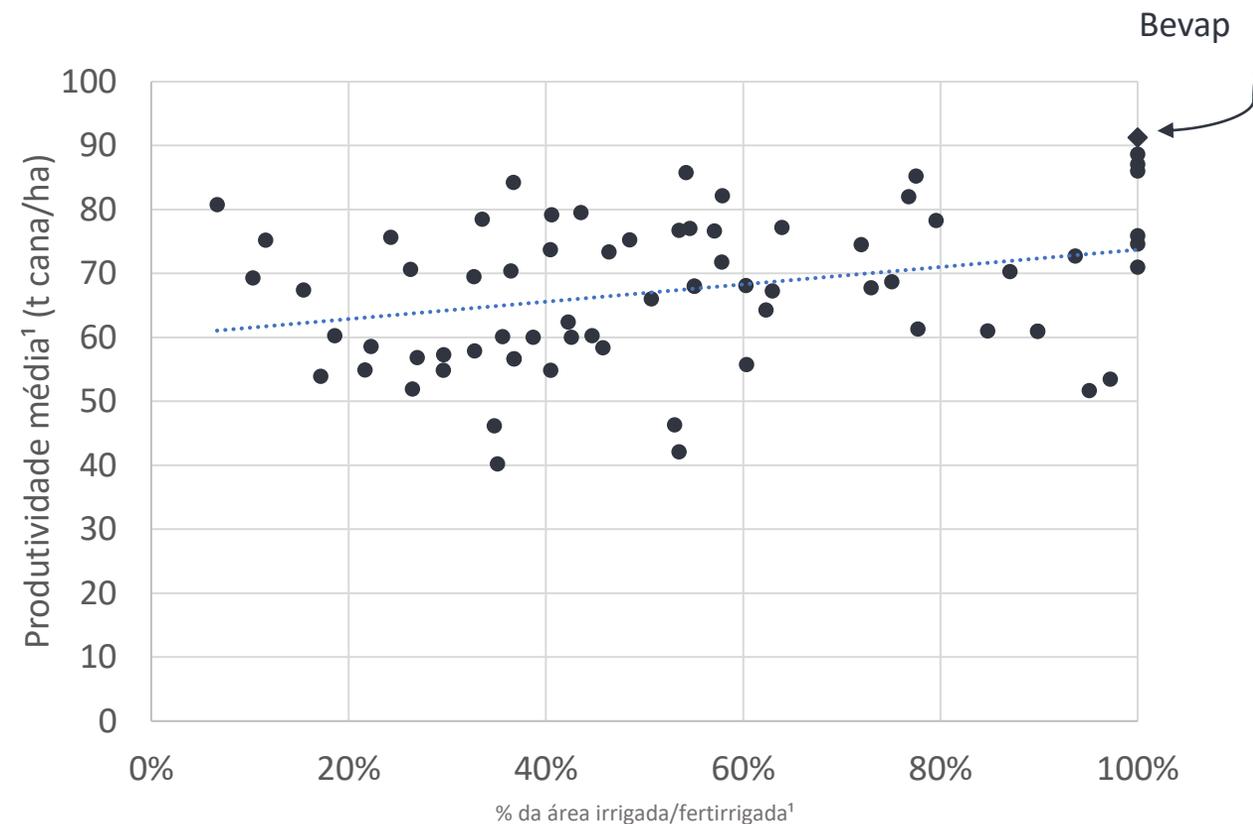
$Prod_i$ = Produtividade média da cana soca, em t/ha, da usina i .

Aif_i =, Proporção da área irrigada/fertirrigada no trato de cana soca da usina i .

* Significativo a 10%.

** Significativo a 5%.

*** Significativo a 1%.



¹ Produtividade e área de tratos de cana soca.



Agenda

Estudo de caso

- Abrangência: Bevap
- Dados Bevap:
 - Base de dados de área irrigada por gotejamento e de área em sistema de sequeiro (salvamento).
 - Interpretações da RenovaCalc.
 - Comparação de regimes de irrigação.
 - Simulação
 - Estudo complementar

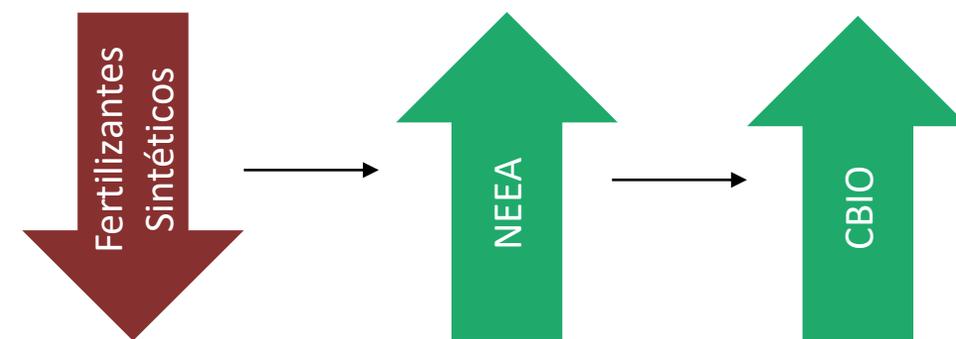
RenovaCalc

O que é?

- É uma calculadora do Programa RenovaBio, gerada pela ANP (Agência Nacional do Petróleo);
- Conta a intensidade de carbono de um biocombustível (em CO₂ g eq./MJ), comparando-a com a de seu combustível fóssil equivalente;

O preenchimento de dados consiste em três fases:

- - Fase agrícola;
 - - Fase industrial;
 - - Fase de distribuição.
- As fases industrial e de distribuição foram padronizadas a fim de isolar o efeito da fase agrícola no cálculo da Nota de Eficiência Energético-Ambiental.



Resultados

Comparação de regimes de irrigação

Irrigação por gotejamento

Etanol Anidro		Etanol Hidratado		Fóssil substituto: Gasolina
				87,40
Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	25,92	Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	26,27	
agrícola	22,22	agrícola	22,22	
industrial	1,46	industrial	1,46	
transporte	1,80	transporte	1,93	
uso	0,44	uso	0,66	
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	61,48	Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	61,13	
Redução de emissões	70,34%	Redução de emissões	69,94%	

Irrigação por salvamento

Etanol Anidro		Etanol Hidratado		Fóssil substituto: Gasolina
				87,40
Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	52,12	Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	52,47	
agrícola	48,42	agrícola	48,42	
industrial	1,46	industrial	1,46	
transporte	1,80	transporte	1,93	
uso	0,44	uso	0,66	
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	35,28	Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	34,93	
Redução de emissões	40,37%	Redução de emissões	39,97%	



Irrigação por gotejamento

Etanol Anidro		Etanol Hidratado		Fóssil substituto: Gasolina
Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	25,92	Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	26,27	87,40
agrícola	22,22	agrícola	22,22	
industrial	1,46	industrial	1,46	
transporte	1,80	transporte	1,93	
uso	0,44	uso	0,66	
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	61,48	Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	61,13	
Redução de emissões	70,34%	Redução de emissões	69,94%	

Irrigação por salvamento

Etanol Anidro		Etanol Hidratado		Fóssil substituto: Gasolina
Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	52,12	Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	52,47	87,40
agrícola	48,42	agrícola	48,42	
industrial	1,46	industrial	1,46	
transporte	1,80	transporte	1,93	
uso	0,44	uso	0,66	
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	35,28	Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	34,93	
Redução de emissões	40,37%	Redução de emissões	39,97%	

Irrigação por gotejamento

Etanol Hidratado	
Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	26,27
agrícola	22,22
industrial	1,46
transporte	1,93
uso	0,66
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	61,13
Redução de emissões	69,94%

A redução nas emissões em função do sistema de produção tende a refletir-se na geração de CBIOS, fonte de receita adicional das usinas sucroenergéticas.

Irrigação por salvamento

Etanol Hidratado	
Intensidade de Carbono (g CO₂eq/MJ)	52,47
agrícola	48,42
industrial	1,46
transporte	1,93
uso	0,66
Nota de Eficiência Energético-Ambiental (g CO₂eq/MJ)	34,93
Redução de emissões	39,97%

$$\Delta = 26,20$$



Resultados

Comparação de regimes de irrigação

Regime	Cana-de-açúcar (t)	Volume de biocombustível comercializado (m ³)	NEEA	Volume elegível	Massa específica	PCI	CBIO	Valor comercializado na B3
Irrigação por gotejamento	2.000.000	170.000	61,13	0,70	0,81	26,38	155.236,00	R\$ 14.719.322,50
Salvamento	2.000.000	170.000	34,93	0,70	0,81	26,38	88.713,60	R\$ 8.411.734,75

- Considerou-se uma produção de 85 litros de etanol para cada tonelada de cana-de-açúcar produzida;
- Os valores de Volume elegível, Massa específica e PCI foram baseados em Orplana e Pecege Projetos (fonte: [RenovaBio - Geração de CBIOs \(camara.leg.br\)](http://RenovaBio - Geração de CBIOs (camara.leg.br)));
- Em 10/04/2023, o valor do CBIO comercializado na B3 foi de R\$ 94,819.
- A quantidade de fertilizantes sintéticos utilizada foi o que mais influenciou a NEEA e, conseqüentemente, os resultados do CBIO.

$\Delta = \text{R\$ } 6.307.587,75$

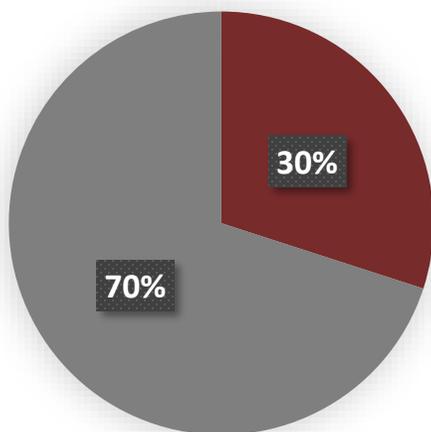


Simulação

RenovaCalc

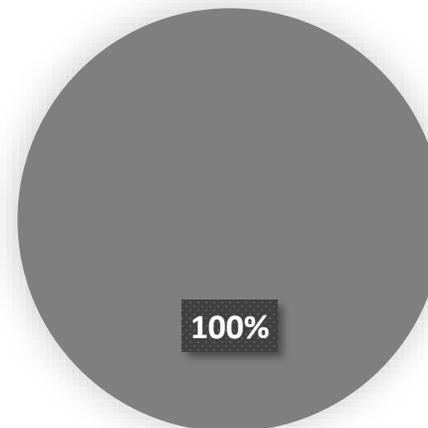
- Suponha a **Usina A** que tenha **30% de sua área** aos moldes dos resultados verificados a partir dos dados da Bevap com regime irrigado por gotejamento, e o restante (70%) aos moldes do regime sequeiro (salvamento);
e a **Usina B** que tenha 100% de sua área aos moldes do regime sequeiro (salvamento).

Usina A



Produção: 2.000.000 t cana

Usina B



Produção: 2.000.000 t cana

- Área irrigada por gotejamento
- Área de regime sequeiro (salvamento)



Simulação

RenovaCalc

Usina A	Cana-de-açúcar (t)	Produtividade (t/ha)	Área (ha)	Área (%)
Total	2.000.000		19.555	100%
Gotejamento	980.000	167,23	5.860	30%
Salvamento	1.020.000	74,48	13.695	70%

Usina B	Cana-de-açúcar (t)	Produtividade (t/ha)	Área (ha)	Área (%)
Total	2.000.000		26.853	100%
Gotejamento	0	167,23	0	0%
Salvamento	2.000.000	74,48	26.853	100%

Varição entre as Áreas Totais:
 $\Delta = 7.298$ ha



Simulação

RenovaCalc

Usina A	Cana-de-açúcar (t)	Produtividade (t/ha)	Área (ha)	Área (%)	Volume de biocombustível comercializado (m ³)	NEEA	CBIO	Valor comercializado na B3
Total	2.000.000		19.555	100%	170.000,00		121.309,58	R\$ 11.502.452,75
Gotejamento	980.000	167,23	5.860	30%	83.300	61,13	76.065,64	R\$ 7.212.468,02
Salvamento	1.020.000	74,48	13.695	70%	86.700	34,93	45.243,94	R\$ 4.289.984,72

Usina B	Cana-de-açúcar (t)	Produtividade (t/ha)	Área (ha)	Área (%)	Volume de biocombustível comercializado (m ³)	NEEA	CBIO	Valor comercializado na B3
Total	2.000.000		26.853	100%	170.000		88.713,60	R\$ 8.411.734,75
Gotejamento	0	167,23	0	0%	0	61,13	0,00	R\$ -
Salvamento	2.000.000	74,48	26.853	100%	170.000	34,93	88.713,60	R\$ 8.411.734,75

Variação do valor comercializado na B3:

$$\Delta = \text{R\$ } 3.090.718,00$$

$$\Delta = 36\%$$



Estudo complementar

Pegada de Carbono

Contextualização

A partir desses dados fornecidos pela Bevap, a Fundação Espaço Eco elaborou um estudo que relaciona os efeitos irrigação com a “pegada de Carbono” (emissão de CO₂ eq.).



Metodologia

Resultados



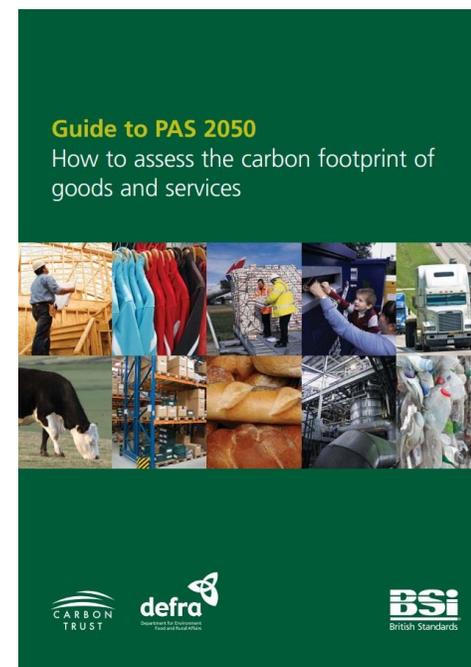
Estudo complementar

Pegada de Carbono

Metodologia

A metodologia PAS 2050 é um guia que explica **como avaliar as emissões de gases de efeito estufa (GEE)** de um produto, seja um bem ou um serviço, durante todo o seu ciclo de vida – desde a matéria-prima até as etapas de produção, distribuição, uso e descarte/reciclagem. Para realizar o estudo seguindo as diretrizes da PAS 2050, utiliza-se a metodologia Life Cycle Assessment (ISO 14040:2009 e 14044:2009) para avaliar a categoria de impacto “Mudanças Climáticas”, onde obtemos o resultado em emissões de CO2 equivalente por função unidade.

O método de avaliação da Mudança do Uso da Terra no Brasil (BRMUT) foi desenvolvido pela Embrapa, que considera as emissões frente as MUTs para 64 culturas, floresta e pastagem, para todos os 27 estados brasileiros (Paper DOI: 10.1111/gcb.13708).

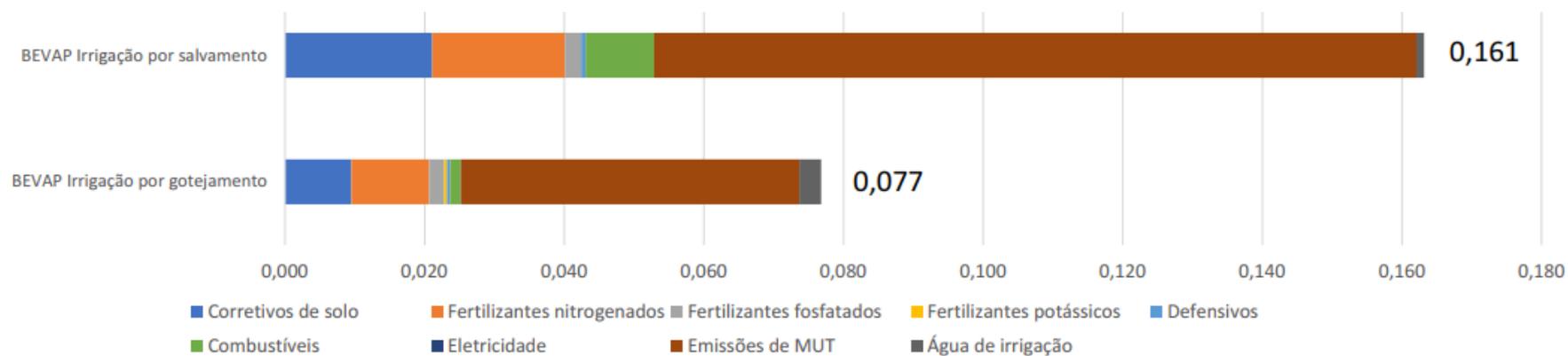


Estudo complementar

Pegada de Carbono

Resultados

- Irrigação por Gotejamento: 0,077 kg de CO₂/kg de cana-de-açúcar produzida.
- Irrigação por Salvamento: 0,161 kg CO₂ /kg de cana-de-açúcar produzida.
- $\Delta = 0,084\text{kg de CO}_2/\text{kg de cana-de-açúcar produzida} = -52\%$



Observa-se a redução nas emissões de MUT (mudança no uso da terra), no consumo de combustível, nos fertilizantes e nos corretivos quando utilizamos a irrigação por gotejamento em relação a irrigação por salvamento relacionados a emissão de carbono a natureza.



Considerações finais

Estudo macroeconômico RenovaBio

A expectativa para o futuro é de um ambiente favorável no mercado para os emissores de CBIOS, diante da projeção de preços crescente até 2030 (considerando as metas definida pela ANP e quantidade ofertada de CBIOS esperada).

Estudo geral Abrangência: Brasil

Os resultados da relação com a produtividade foram favoráveis para as áreas que possuem maior proporção de área irrigada/fertirrigada, sendo estatisticamente significativos.

Estudo de caso Abrangência: Bevap

Diferença da NEEA (em g CO₂ eq./MJ) entre a irrigação de gotejamento e o regime sequeiro foi de 26,20, sendo a opção irrigada a mais vantajosa neste estudo de caso. A redução nas emissões em função do sistema de produção tende a refletir-se na geração de CBIOS, fonte de receita adicional das usinas sucroenergéticas

Considerações finais

O gotejamento é a forma mais eficiente de fornecer água e nutrientes as plantas porque entrega as quantidades ideais de acordo com as fases do seu cultivo, no momento certo e diretamente na raiz da planta.





Haroldo Torres

Diretor

Pecege Consultoria e Projetos

