



A RENOVACALC APLICADA AO BIOCOMBUSTÍVEL ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR

Michelle Tereza Scachetti¹, Mateus Ferreira Chagas², Joaquim Eugênio Abel Seabra³, Marília Ieda da Silveira Folegatti Matsuura¹, Nilza Patrícia Ramos¹, Marcelo Augusto Boechat Morandi¹, Marcelo Melo Ramalho Moreira⁴, Renan Milagre Lages Novaes¹, Antonio Bonomi²

¹Embrapa Meio Ambiente, michelle.tscachetti@gmail.com

²Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol

³Universidade Estadual de Campinas

⁴Agroicone

Resumo: O RenovaBio visa garantir a expansão da produção de biocombustíveis no Brasil baseada na sustentabilidade, com ênfase na redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE). A ferramenta para o cálculo da intensidade de carbono (IC) dos biocombustíveis deste programa – RenovaCalc – tem como base a ACV. Este trabalho explora a RenovaCalc aplicada ao etanol de cana-de-açúcar. Para isso, um conjunto de análises de sensibilidade foi empregado, a fim de verificar a capacidade de discriminação da ferramenta. Aspectos como tipo de preenchimento da etapa agrícola; produtividade; consumo de combustíveis e fertilizantes sintéticos foram explorados nestas análises. Utilizou-se como referência um cenário base com uma IC de 20,7 g CO₂eq/MJ. Observou-se uma grande variação (6%) nas emissões resultante do tipo de preenchimento da RenovaCalc (dados específicos e padrão). Em relação ao consumo de Nitrogênio, houve uma variação de +- 8% na IC do etanol quando se substituiu a ureia (cenário base) por fertilizantes com menor ou maior pegada de carbono na sua produção. Constatou-se que a RenovaCalc é uma ferramenta simples, de fácil uso e sensível a variações em seus parâmetros de entrada. Essas características a tornam capaz de oferecer uma resposta suficientemente acurada para predição da intensidade de carbono de cada unidade produtora de biocombustíveis no âmbito do RenovaBio, as diferenciando de acordo com seus perfis de produção característicos. Além de subsidiar o processo de certificação do programa, a RenovaCalc poderá orientar adequações em processos produtivos, promovendo a redução de emissões de GEE.

Palavras-chave: RenovaBio, RenovaCalc, Intensidade de Carbono, Etanol, GEE.

Introdução

A Contribuição Nacionalmente Determinada (*Nationally Determined Contribution* – NDC), assumida pelo Governo Brasileiro na 21ª Conferência das Partes (COP 21) da UNFCCC (Acordo de Paris), inclui a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), em relação aos níveis de 2005, em 37% e 43% até 2025 e 2030, respectivamente (EPE, 2016). Para o cumprimento destes compromissos, o Setor Energético brasileiro propõe até 2030, dentre outras metas:

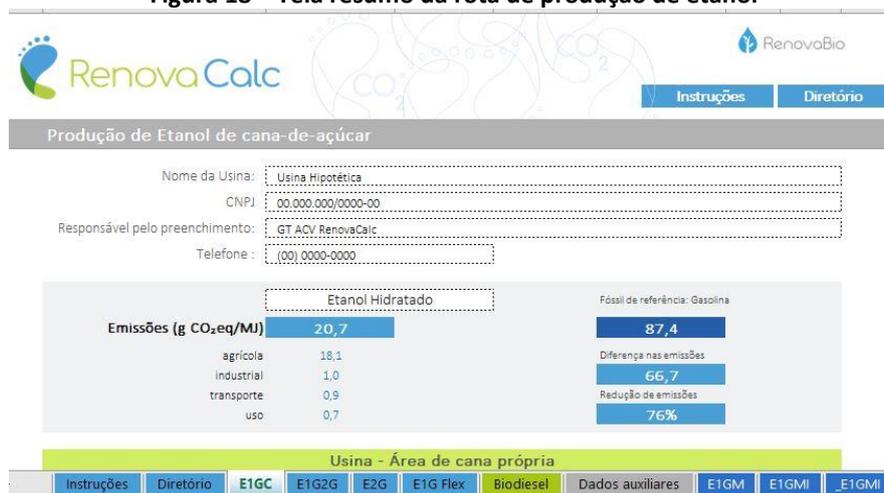
- iv) aumentar a participação da bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18%, expandindo o consumo de biocombustíveis, aumentando a oferta de etanol, inclusive por meio do aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração), e aumentando a parcela de biodiesel na mistura do diesel (EPE, 2016, p. 83).

Neste contexto e no que se refere particularmente aos biocombustíveis, o Governo Federal, por meio do Ministério de Minas e Energia (MME), lançou em dezembro de 2016 o Programa RenovaBio, sancionado na forma da Lei Federal nº 13.576, em 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017). Esta política de Estado tem entre seus objetivos traçar uma estratégia conjunta para reconhecer o papel dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, tanto no que se refere à sua contribuição para a segurança energética, com previsibilidade, quanto para mitigação de redução de emissões de GEE no setor de energia.

O programa tem sido desenhado para a introdução de mecanismos de mercado que visem reconhecer a capacidade de cada biocombustível, por unidade produtora, na redução de emissões de GEE. Entre os principais instrumentos do programa estão a certificação da produção de biocombustíveis e os créditos de descarbonização (CBIOS). O processo de certificação se pautará na composição da Notas de Eficiência Energético-Ambiental, as quais refletirão a associação da contribuição individual de cada produtor de biocombustível em termos de emissões de GEE no ciclo de vida em relação ao seu combustível fóssil de referência. A associação desta nota com o volume de produção de biocombustível possibilitará a emissão de CBIOS, os quais serão negociados em bolsa (BRASIL, 2017). Com estes mecanismos de mercado, o governo pretende contribuir com a mitigação das emissões totais de GEE do país.

A contabilização das emissões de GEE no programa RenovaBio será realizada por meio da técnica de avaliação de ciclo de vida (ACV), gerando assim a Intensidade de Carbono (IC) dos biocombustíveis participantes do programa. Para apoiar o processo de certificação, foi desenvolvida a RenovaCalc (Figura 1), a qual se apresenta atualmente⁶ composta por um conjunto de planilhas em Excel, as quais contêm informações e dados necessários para o cálculo da IC de nove rotas tecnológicas de produção dos biocombustíveis Etanol, Biodiesel, Biometano e Bioquerosene de aviação.

Figura 18 – Tela resumo da rota de produção de etanol



Fonte: GT - ACV RenovaBio

A RenovaCalc é constituída por um conjunto de dados que permitem a caracterização de diferentes sistemas de produção agrícolas e industriais. São eles: pegada de carbono de processos à montante e à jusante desses sistemas, advindos da base de dados ecoinvent v.3.1. (WERNET et al., 2016), densidades dos combustíveis, conteúdo energético, fatores de emissão, fatores de caracterização, etc. Somando isso a dados e estatísticas setoriais, foram determinados os Inventários de Ciclo de Vida típico para cada rota tecnológica disponível na RenovaCalc. Desta maneira, são solicitados às usinas⁷ como dados de entrada na RenovaCalc apenas aqueles parâmetros mais sensíveis em termos de emissões de GEE, que discriminam cada rota tecnológica em suas etapas de produção agrícola e industrial. A Tabela 1, a seguir, apresenta os principais⁸ parâmetros solicitados na RenovaCalc.

Tabela 1 – Parâmetros de entrada solicitados na RenovaCalc

Parâmetro	Unidade
Etapa agrícola	
Área total	ha
Produção	t
Palha recolhida	t
Tipo de preenchimento da etapa agrícola	Primários ou Padrão
Área queimada	ha
Corretivos e Fertilizantes	kg/t
Combustíveis/Eletricidade	(L, kg, Nm ³ , kWh) combustível/t
Etapa industrial	
Processamento efetivo de produtos e coprodutos	t/ano
Rendimentos de produtos e coprodutos	(L, kg, Nm ³ , kWh)/t
Insumos industriais	kg/t
Combustíveis/Eletricidade	(L, kg, Nm ³ , kWh) combustível/t

Fonte: GT - ACV RenovaBio

⁶ A RenovaCalc está sendo convertida para um sistema de digital, no qual pretende-se garantir maior proteção e segurança dos dados.

⁷ Entende-se por usina toda unidade agroindustrial produtora de biocombustível.

⁸ Existem parâmetros específicos solicitados para cada rota tecnológica disponível na calculadora. O conjunto apresentado nesta tabela reflete os principais dados que são solicitados em todas as rotas.

Os parâmetros “Área total”, “Produção total”, “Palha recolhida” e todo o conjunto de parâmetros relacionados à etapa industrial devem ser preenchidos com dados primários, ou seja, dados que reflitam o perfil específico de produção da usina. Para o conjunto restante de parâmetros da etapa agrícola, é possível optar pela alternativa de preenchimento a partir do perfil de produção padrão, o qual é gerado automaticamente pela RenovaCalc e consiste no perfil de produção agrícola médio para a rota tecnológica, acrescido de fatores de penalização, elevando assim a Intensidade de Carbono do biocombustível da usina que optar por este tipo de preenchimento.

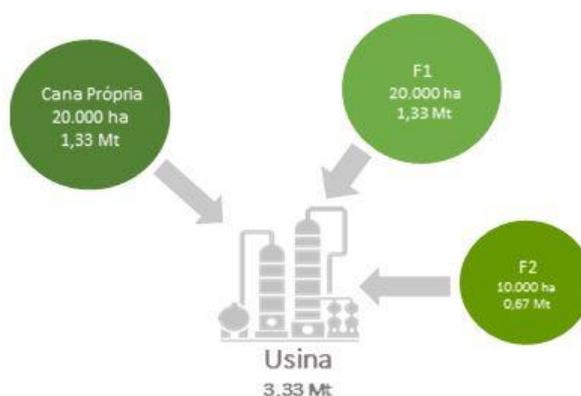
Considerando o contexto apresentado, este trabalho tem como objetivo analisar a capacidade de discriminação da RenovaCalc nos índices de Intensidade de Carbono considerando diferentes dados de caracterização da produção agrícola do biocombustível etanol de primeira geração de cana-de-açúcar.

Metodologia

Foram realizadas análises de sensibilidade (AS) relacionadas aos seguintes parâmetros de entrada solicitados na RenovaCalc: **AS 1.** Tipo de preenchimento da etapa agrícola; **AS 2.** Área total e produção (produtividade agrícola); **AS 3.** Consumo de combustíveis; **AS 4.** Consumo de fertilizantes sintéticos.

Inicialmente, jogou-se necessário estabelecer um cenário base (CB) para ser utilizado como referência nas análises de sensibilidade. O CB aqui definido consiste em uma usina hipotética anexa, com rendimento de 18 L/t cana de etanol anidro, 25 L/t cana de etanol hidratado, 58 kg/t cana de açúcar e de 30 kWh/t cana de bioeletricidade excedente. Esta usina processa um total de 3,33 milhões de toneladas (Mt) de cana-de-açúcar anualmente. A Figura 2, a seguir, ilustra este cenário.

Figura 2 – Configuração de uma usina hipotética de etanol de cana



Foi considerado que, ao ingressar no RenovaBio, esta usina haveria optado pelo preenchimento de dados primários, específicos do seu perfil de produção total, ou seja, compreendendo tanto a área de produção de cana própria como a área de produção de seus fornecedores. Com esta configuração, o IC resultante deste cenário base é de 20,7 g CO₂eq/MJ. A Tabela 2, a seguir, apresenta os demais cenários elaborados para cada análise de sensibilidade realizada no presente trabalho.

Tabela 2 – Parâmetros de entrada solicitados na RenovaCalc

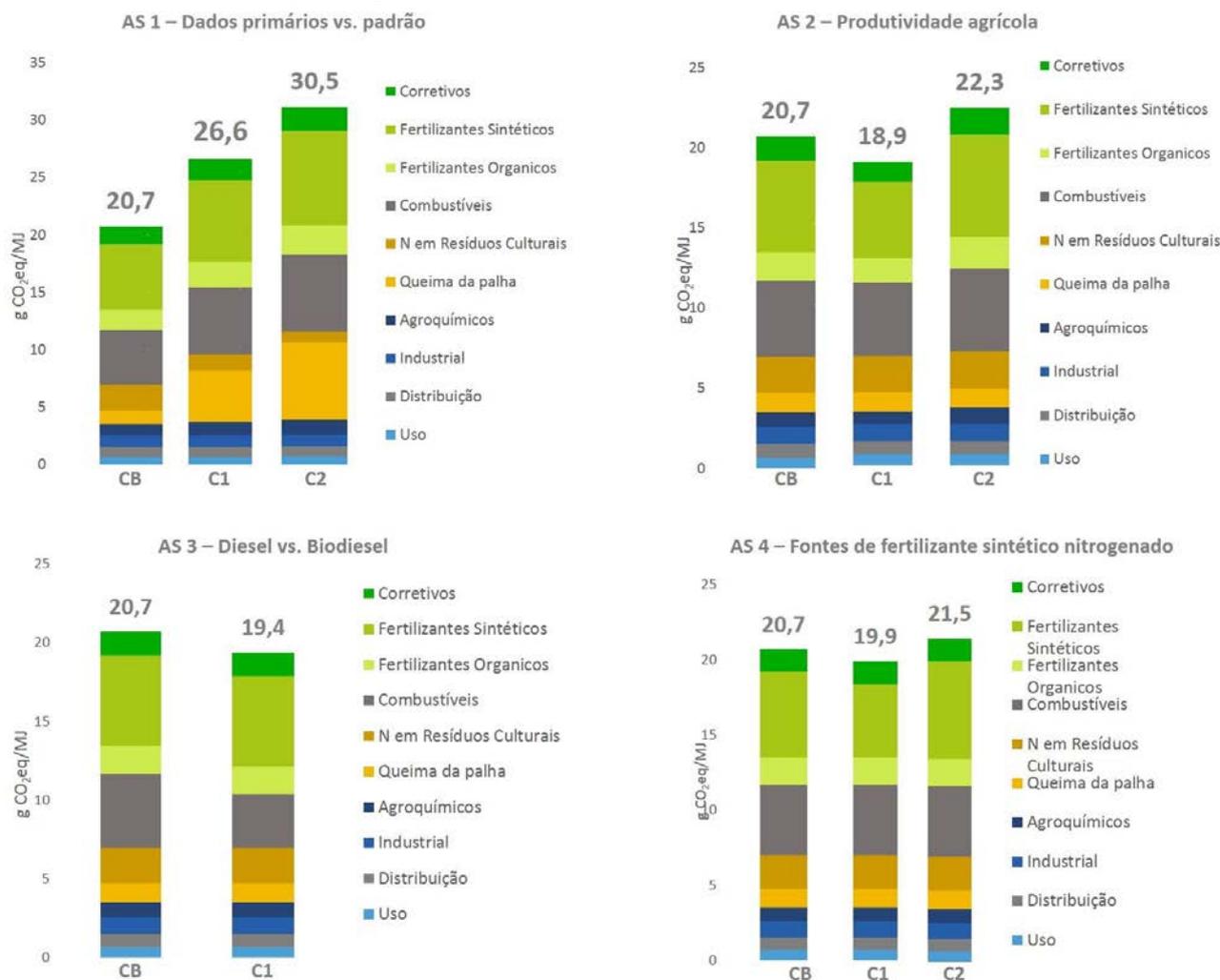
Análise de Sensibilidade	Cenário Base (CB)	Cenário 1 (C1)	Cenário 2 (C2)
AS 1	U: primários F1: primários F2: primários	U: primários F1: padrão F2: padrão	U: padrão F1: padrão F2: padrão
AS 2	77 t/ha	80 t/ha	60 t/ha
AS 3	Diesel B8	Biodiesel (B100)	-
AS 4	N (Ureia)	N (Sulfato de Amônio)	N (Nitrato de Amônio)

Fonte: Elaboração própria

Resultados e discussão

Os resultados das análises de sensibilidade (AS 1 a 4) são representados por meio de gráficos compilados na Figuras 3 a seguir. Estes gráficos apresentam as variações nas intensidades de carbono entre os cenários estabelecidos em cada AS.

Figura 3 – Resultados das análises de sensibilidade



Como se pode observar na AS 1, devido à penalização intrínseca ao perfil de produção padrão, a medida em a usina opta por este tipo de preenchimento para cada um de seus fornecedores bem como para a totalidade da sua área de produção (própria + F1 + F2), sua IC aumenta em 47,5 % do melhor (CB - dados primários) para o pior (C2 - dados 100% padrão) cenário. Esta penalização visa estimular a usina a fornecer dados específicos do seu perfil de produção, e, por consequência, estimulá-los a conhecer e controlar melhor seu perfil de emissões de GEE no processo de produção.

A AS 2 foi elaborada a partir de um conjunto de parâmetros que caracterizam usinas com alta e baixa produtividade agrícola (C1 e C2, respectivamente). Os principais deles são: consumo de corretivos de solo, aplicação de fertilizantes sintéticos e resíduos industriais. Os resultados obtidos apontam uma IC de 18,9 g CO₂eq/MJ para o cenário 1, 8,5% menor do que o CB. Já para o C2, a baixa produtividade resultou em um aumento de 8% em relação ao CB.

Os resultados da AS 3 indicam os potenciais benefícios na IC do etanol da alteração de apenas um parâmetro de entrada da RenovaCalc. Caso a usina substituísse todo o seu consumo de diesel B8 na fase agrícola por biodiesel B100, suas emissões de GEE no ciclo de vida reduziram em 6%.

Assim como os combustíveis, um dos principais contribuintes para as emissões de GEE dos biocombustíveis é o consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados. Neste sentido, os resultados da AS 4 ressaltam os efeitos da escolha da fonte de N utilizada pelas usinas. As diferentes fontes possuem pegadas de carbono da sua produção que podem variar consideravelmente. A diferença da contribuição para a IC do etanol entre o Sulfato de Amônio (C1) e o Nitrato de Amônio (C2) é de 8%, ou seja, a opção pelo Sulfato de Amônio resultaria em um melhor índice de intensidade de carbono para o etanol da usina.

Conclusões

A partir dos resultados das análises de sensibilidade realizadas no presente trabalho foi possível constatar que a RenovaCalc possui uma alta capacidade de discriminação entre diferentes perfis de produção de biocombustíveis. A ferramenta possui uma base científica robusta, entretanto, é de fácil uso e apresentou sensibilidade aos principais parâmetros de entrada solicitados, como se pôde perceber nas variações de IC entre os cenários analisados.

Assim, conclui-se que além de subsidiar o processo de certificação do programa RenovaBio, a RenovaCalc também permite distinguir produtores que invistam na melhoria do desempenho ambiental dos seus processos e poderá orientar adequações em processos produtivos, promovendo a redução de emissões de GEE no ciclo de vida dos biocombustíveis, estimulando assim o aumento da competitividade. Com este instrumento, o RenovaBio pretende promover o aumento sustentável da produção de biocombustíveis no Brasil, com base em eficiência e sustentabilidade ambiental.

Agradecimentos

Agradecemos ao Departamento de Biocombustíveis do MME, à Divisão de Recursos Energéticos Novos e Renováveis do MRE e à Superintendência de Biocombustíveis e de Qualidade de Produtos da ANP, além das diversas entidades de representação do setor de biocombustíveis que se prontificaram a fornecer informações dos processos produtivos.

Referências

BRASIL. Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas: produção e uso de energia. Brasília: EPE, 2016. 97 p. Disponível em: <www.epe.gov.br/mercado/Documents/NT%20COP21%20iNDC.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2017.

WERNET, G., et al. (2016). "The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology." The International Journal of Life Cycle Assessment, 21(9): 1218-1230.