

RENOVACALC: A CALCULADORA DO PROGRAMA RENOVABIO

Marília Ieda da Silveira Folegatti Matsuura¹, Joaquim Eugênio Abel Seabra², Mateus Ferreira Chagas³, Michelle Tereza Scachetti¹, Marcelo Augusto Boechat Morandi¹, Marcelo Melo Ramalho Moreira⁴, Renan Milagres Lage Novaes¹, Nilza Patrícia Ramos¹, Otavio Cavalett³, Antônio Bonomi³

¹ Embrapa Meio Ambiente, marilia.folegatti@embrapa.br

² Universidade Estadual de Campinas

³ Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol

⁴ Agroicone

Resumo: O RenovaBio é uma política pública que tem como objetivo promover a expansão dos biocombustíveis no Brasil a partir de modelos de produção mais sustentáveis, estimulando a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE), contribuindo para o cumprimento dos compromissos assumidos pelo País na COP21. Para apoiar este Programa, foi estabelecido um referencial metodológico e uma ferramenta para o cálculo da intensidade de carbono dos biocombustíveis, que têm como base a Avaliação de Ciclo de Vida atribucional, “do berço ao túmulo”, com alocação por critério energético. Aqui é apresentada a RenovaCalc, ferramenta estruturada para avaliar diferentes rotas de produção de biocombustíveis: etanol de cana-de-açúcar de primeira e de segunda geração, etanol de milho, biodiesel, biometano e bioquerosene. Para cada rota, dados de inventário de ciclo de vida de processos de *background*, advindos da base de dadosecoinvent, são agregados aos parâmetros técnicos da produção agrícola e industrial informados pelo produtor de biocombustível. As emissões de GEE de cada processo do ciclo de vida do biocombustível são estimadas segundo o IPCC (2006). A somatória destas emissões resulta na intensidade de carbono do biocombustível em g CO₂eq/MJ que, subtraída da intensidade de carbono do seu combustível fóssil equivalente, gera a nota de eficiência energético-ambiental do biocombustível, e dá acesso a créditos de descarbonização, com valor de mercado. Com este instrumento, o governo brasileiro pretende distinguir produtores que invistam na melhoria do desempenho ambiental dos seus processos, promovendo a redução de emissões de GEE.

Palavras-chave: RenovaBio, intensidade de carbono, RenovaCalc, biocombustíveis.

Introdução

O RenovaBio é a nova Política Nacional de Biocombustíveis, aprovada pela lei 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Fomenta o aumento da produção de biocombustíveis em padrões mais sustentáveis. Prevê um tratamento de mercado diferenciado para os biocombustíveis com menor emissão de gases de efeito estufa (GEE) em seu ciclo de vida, pela atribuição de Notas de Eficiência Energético-Ambiental (em g CO₂ eq./MJ), resultantes do perfil técnico de cada agente produtor.

Para tanto, estabeleceu-se um arcabouço metodológico e ferramental para a contabilidade da intensidade de carbono dos biocombustíveis, baseado na avaliação de ciclo de vida (ACV) dos mesmos, e sua comparação com os combustíveis fósseis. A Nota de cada unidade de produção participante do programa, vinculada ao volume de biocombustível produzido, refletirá na obtenção de créditos de descarbonização (CBIO; BRASIL, 2017). A confiabilidade deste processo será garantida por inspeção realizada por firma inspetora credenciada pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

A participação no RenovaBio é de caráter voluntário; porém, uma vez tendo aderido ao Programa, a unidade agroindustrial produtora de biocombustível (usina, ou Emissor Primário), individualmente, obriga-se a fornecer parâmetros técnicos do seu processo produtivo - nas fases de produção, tratamento e conversão da biomassa em biocombustível – para alimentação da RenovaCalc, ferramenta de cálculo oficial do RenovaBio, estruturada para avaliar diferentes rotas de produção de biocombustíveis e realizar o cálculo da sua intensidade de carbono. Este trabalho tem como objetivo apresentar a RenovaCalc e seus atributos.

Escopo da ACV para o RenovaBio

No Programa RenovaBio, o desempenho dos biocombustíveis quanto à emissão de GEE é quantificado em gCO₂/MJ, pela Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). Embora um estudo de ACV completo deva abranger várias categorias de impacto ambiental, relacionadas à proteção de recursos naturais, de sistemas ecológicos e da saúde humana, no Programa RenovaBio é considerada apenas a categoria “Mudança do Clima”.

O RenovaBio adota a ACV atribucional, considerada uma técnica descritiva ou contábil que tem como objetivo atribuir a um produto, fabricado em um dado momento, uma parcela das emissões totais de poluentes e do consumo de recursos na economia (WEIDEMA & EKVALL, 2009).

A abrangência dos cálculos é “do poço à roda” (ou “do berço ao túmulo”). Neste escopo são contabilizados todos os fluxos de material e energia consumidos pelos processos produtivos e emitidos para o meio ambiente, desde a extração de recursos naturais, aquisição ou produção e tratamento da biomassa, sua conversão em biocombustível, até sua combustão em motores, incluindo todas as fases de transporte.

Os biocombustíveis previstos na primeira fase do RenovaBio, cujas rotas de produção já estão inseridas na RenovaCalc, são: Etanol de primeira geração de cana-de-açúcar; Etanol de primeira e segunda geração em usina integrada; Etanol de segunda geração em usina dedicada; Etanol de cana-de-açúcar e milho em usina integrada (“flex”); Etanol de milho em usina dedicada; Etanol de milho importado; Biodiesel; Bioquerosene de aviação por HEFA (Hydro-processed Esters and Fatty Acids) de soja; Biometano de resíduos.

A opção metodológica, fontes de dados e as principais premissas assumidas na RenovaCalc são resumidas na Tabela 1.

Tabela 1. Opção metodológica, fontes de dados e premissas da Avaliação de Ciclo de Vida no RenovaBio

| | |
|---|---|
| Abordagem | Atribucional |
| Escopo | “do poço à roda” |
| Unidade Funcional | MJ de combustível |
| Tratamento de coprodutos | Alocação em base energética |
| Resíduos | Resíduos, por definição, são isentos de carga ambiental. Na ACV são consideradas apenas as emissões ocorridas após a geração do resíduo, como nas etapas de recolhimento e transporte. São considerados resíduos pelo RenovaBio: a) Resíduos de culturas agrícolas e florestais: Palha de cana-de-açúcar, de milho, de sorgo e de trigo; Cascas de arroz, de noz, de café e similares; Sabugo de milho; Cascas, tocos, ramos, folhas, agulhas, copas de árvores, aparas florestais e serragem provenientes de florestas plantadas. b) Resíduos de processamento: Vinhaça e outros efluentes agroindustriais; Bagaço de cana-de-açúcar e sorgo; Torta de filtro, cinzas e fuligem; Gordura animal; Outros resíduos de origem animal; Borras; Glicerina bruta; Óleo de fritura usado. c) Outros: Dejetos animais; Lodo de estação de tratamento de efluentes; Biogás de aterro sanitário. |
| Fonte de dados dos processos à montante do processo agrícola | Os dados de inventário dos processos a montante do processo agrícola provêm da base de dados ecoinvent v.3.1 (WERNET et al., 2016). Priorizou-se a adoção de inventários de produção e processamento para o Brasil (BR), globais (GLO ¹) e, na indisponibilidade destes, utilizou-se os inventários ‘RoW ² ’. |
| Fonte de dados de distribuição do biocombustível | Dados de estatísticas oficiais e setoriais |
| Fonte de dados de uso do biocombustível | Dados da ferramenta de estimativa de gases de efeito estufa para fontes intersetoriais (FGV, 2017). |
| Fatores de caracterização | GWP100, conforme o AR5 do IPCC (2014): CO ₂ = 1; CH ₄ fóssil = 30; CH ₄ biogênico = 28 e N ₂ O = 265 |
| Ferramenta de cálculo | RenovaCalc |

¹ “GLO” representa a geografia dos conjuntos de dados utilizados e significa ‘global’. Para uma dada atividade, esta geografia corresponde a uma média válida para todos os países do mundo.

² “RoW” significa “Rest of the World” e representa os conjuntos de dados que não estão representados no banco de dados ecoinvent. RoW é gerado como uma cópia exata do conjunto de dados GLO com incerteza ajustada.

Estrutura da RenovaCalc

A RenovaCalc (Figura 1) é a ferramenta que contabiliza a intensidade de carbono de um biocombustível (em g CO₂ eq./MJ), comparando-a à do seu combustível fóssil equivalente. Atualmente, corresponde a um conjunto de planilhas na plataforma Excel®, contendo um banco de dados e uma estrutura de cálculo específica para cada tipo de biocombustível. Até junho de 2018, a RenovaCalc deverá ser convertida em um sistema informatizado, resultado de um trabalho conjunto entre ANP e IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia).

Na RenovaCalc, para cada rota de biocombustível são solicitados dados gerais de identificação da Unidade Produtora, informações sobre o cumprimento dos critérios de elegibilidade ao programa (relacionados a medidas de controle para evitar a supressão da vegetação nativa) e dados do processo produtivo, distribuídos em: a) Fase agrícola (quando pertinente); b) Fase industrial; c) Fase de distribuição. A RenovaCalc contabiliza as emissões a partir das informações da fase agrícola e industrial fornecidas pelos produtores dos biocombustíveis, gerando o índice de intensidade de carbono do biocombustível, que posteriormente é subtraído do índice do combustível fóssil correspondente, gerando a sua Nota de Eficiência Energético-Ambiental (em g CO₂ eq./MJ) (Figura 2).

Figura 1 – Imagens de telas da RenovaCalc

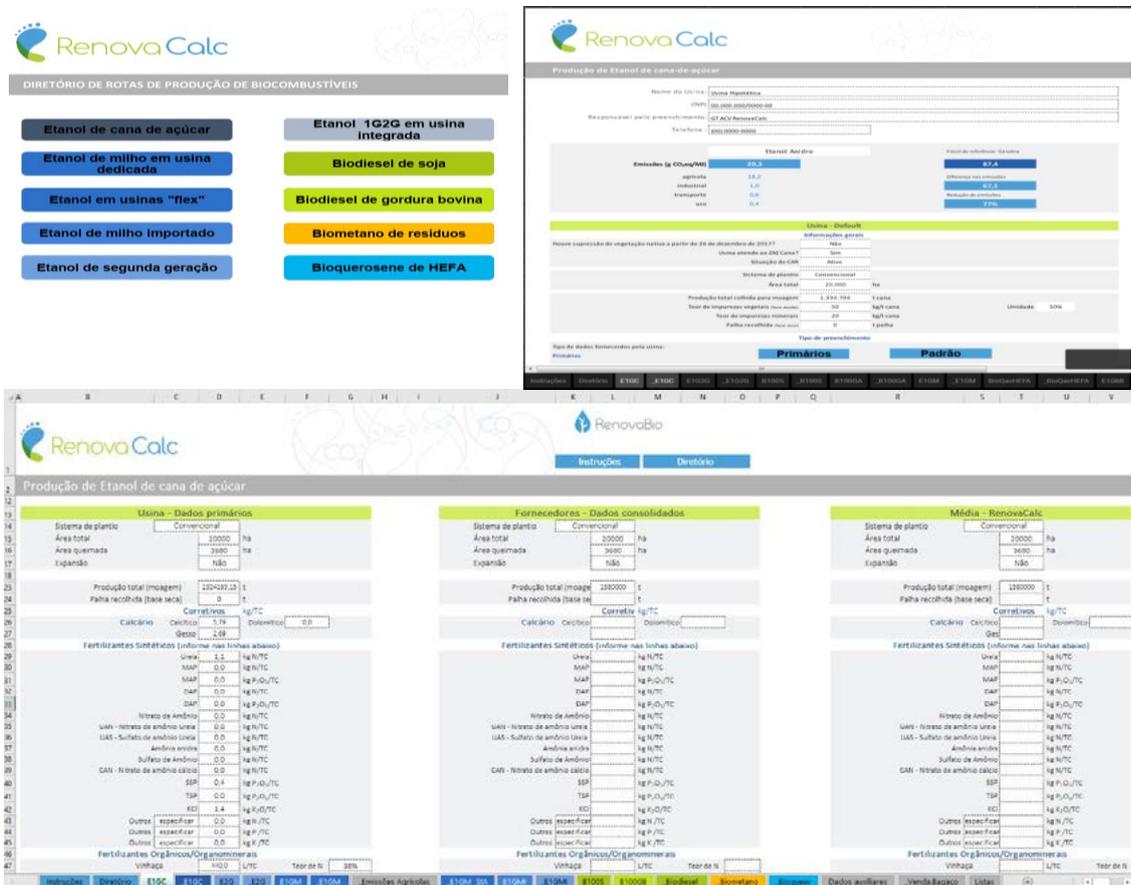
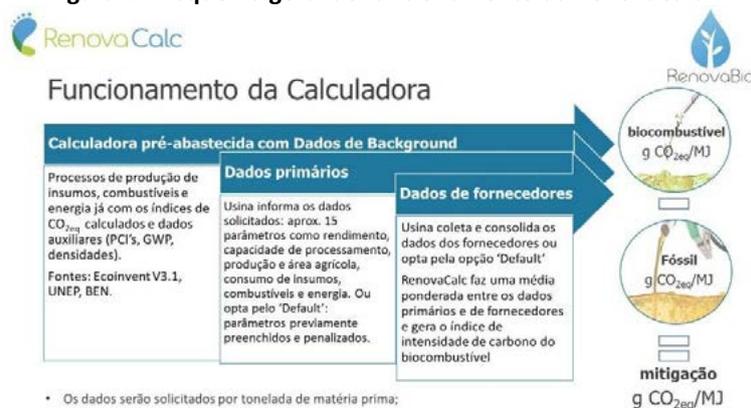


Figura 2 – Esquema geral de funcionamento da RenovaCalc.



Parâmetros de entrada na RenovaCalc

Fase agrícola de produção

Para a fase agrícola, há campos específicos para o preenchimento dos dados de produção própria da Usina e de fornecedores externos. O preenchimento de ambos é de responsabilidade da unidade produtora, cabendo a ela inserir os dados de cada um de seus fornecedores. A RenovaCalc gerará automaticamente, para cada parâmetro, a média

ponderada dos dados próprios e de fornecedores, adotando como fator de ponderação o volume de produção de biomassa.

Para os parâmetros solicitados na calculadora, na fase agrícola, é possível optar pelo preenchimento por “perfil específico” ou por “perfil padrão”, exceto para as perguntas relacionadas aos critérios de elegibilidade ao programa RenovaBio e para os parâmetros: “área total”, “produção total”, “resíduos agrícolas recolhidos”, que sempre deverão ser informados como dados específicos. O “perfil de produção específico” corresponde aos dados primários do processo agrícola das áreas de produção da usina e de seus fornecedores. Já o “perfil de produção padrão” corresponde ao nível tecnológico médio nacional (típico), gerado a partir de informações de bancos de dados do setor produtivo e da literatura técnica, ao qual foram aplicados fatores de penalização. A penalização atribuída ao “perfil de produção padrão” visa incentivar a opção pelos dados primários, ou seja, o fornecimento de informações sobre o perfil de produção específico. Desta forma, a opção “perfil padrão” torna-se uma alternativa para o preenchimento da RenovaCalc quando não é conhecido o conjunto completo de parâmetros técnicos de um processo produtivo agrícola.

Fase industrial de produção

Para a fase industrial não existe a opção de “perfil padrão”, ou seja, serão sempre solicitados dados primários referentes ao processo de produção dos biocombustíveis.

Na Tabela 2 é apresentado, como exemplo, os parâmetros da fase agrícola e industrial solicitados na RenovaCalc para a rota de Etanol 1G.

Tabela 2. Parâmetros solicitados na RenovaCalc para a rota de Etanol 1G.

| Parâmetro | Descrição | Unidade |
|---|--|---|
| Fase Agrícola | | |
| 1. Sistema de plantio | Convencional - Envolve o preparo de solo primário, que consiste em operações mais profundas, normalmente realizadas com arado, que visam o rompimento de camadas compactadas de solo e a eliminação ou enterrio da cobertura vegetal. No preparo secundário, as operações são mais superficiais, utilizando-se grades ou planas para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais, incorporar agrotóxicos e eliminar plantas daninhas. A semeadura é a lâncô ou em linha. Direto, com rotação de culturas - Plantio direto é o sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido. Abre-se um pequeno sulco (ou cova) de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura da semente com solo. Rotação de culturas é a alternância ordenada e regular no cultivo de diferentes espécies vegetais em sequência temporal numa determinada área. Direto, com sucesso de culturas - Plantio direto é o sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido. Abre-se um pequeno sulco (ou cova) de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura da semente com solo. Sucessão de culturas consiste em alternar culturas, sem ordenamento e regularidade das espécies empregadas. Mínimo/Reduzido - sistema no qual se utiliza menor mobilização do solo, quando comparado ao sistema convencional. A semeadura é realizada diretamente sobre a cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem o revolvimento do solo. | N.A. |
| 2. Área total | Área total da unidade de produção, ou seja, soma das áreas colhidas, de produção de mudas, de reforma, de cana de ano e meio e de cana bisada. | ha |
| 3. Área queimada total | Soma das áreas (ver requisito 2) que sofreram queima: com autorização para colheita; para eliminação de resíduos culturais; queima acidental e/ou criminosas. | ha |
| 4. Produção total de cana | Quantidade total de produto produzido na área total de produção (ver requisito 2). Refere-se ao total anual de cana colhida destinada à moagem (soma de colmos, impurezas vegetais e minerais). Este parâmetro deve ser reportado em base úmida. | t cana, em base úmida |
| 5. Teor médio de impurezas vegetais | Refere-se ao teor médio de impurezas vegetais contido na cana (ver requisito 4). Deve ser reportado em base úmida e informado o teor de umidade dessas impurezas. | kg/t cana, em base úmida Teor de umidade: % |
| 6. Teor médio de impurezas minerais | Refere-se ao teor médio de impurezas minerais contido na cana (ver requisito 4). | kg/t cana, em base úmida |
| 7. Palha recolhida total | Refere-se à quantidade total de palha recolhida anualmente na área total de produção (ver requisito 2). Este parâmetro refere-se à palha recolhida separadamente da cana (por exemplo, palha enfardada, palha recolhida por forrageira, entre outros). | t de palha, em base seca |
| 8. Consumo de corretivos | Quantidade consumida de cada corretivo (calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola), dividida pela quantidade de cana (ver requisito 4). | kg/t cana |
| 9. Consumo de fertilizantes sintéticos | Quantidade consumida de cada elemento (N, P2O5 e K2O por fonte), aplicados na área total (ver requisito 2), dividida pela quantidade de cana (ver requisito 4). Caso a RenovaCalc não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificá-la no campo “Outros”. | kg elemento/t cana |
| 10. Consumo de fertilizantes orgânicos/organominerais | Quantidade de resíduos industriais e outros fertilizantes organominerais utilizados como fertilizantes por fonte (vinhaça, torta de filtro, cinzas e fuligem, outros) aplicados na área total (ver requisito 2), dividida pela quantidade de cana (ver requisito 4). Informar o teor de Nitrogênio em cada fonte. Caso a RenovaCalc não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificar esta fonte no campo “Outros”. | kg ou L / t cana Teor de nitrogênio: g N/kg ou g N/L |
| 11. Consumo de combustíveis e eletricidade da rede | Refere-se ao consumo de combustíveis (soma das operações agrícolas, irrigação, transportes da cana, palha, vinhaça, torta de filtro, cinzas, deslocamento de pessoas, etc.), na área total (ver requisito 2), dividido pela quantidade total de cana (ver requisito 4). Devem ser contabilizados os combustíveis próprios e de terceiros (por exemplo, se a colheita da cana é terceirizada, o combustível utilizado para esta operação deve ser contabilizado pela usina ou fornecedor que contratou este serviço). • Diesel B8, B10, B18, B20, B30. • Obs: No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento. • Biodiesel B100 • Gasolina C • Etanol hidratado • Biometano • Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR | L/t cana Nm ³ /t cana kWh/t cana |

| Parâmetro | Descrição | Unidade | |
|------------------------|---|--|--|
| Fase Industrial | | | |
| 1. | Quantidade de cana processada | Quantidade total anual de cana que chega na usina (soma de colmos, impurezas vegetais e minerais). Este parâmetro deve ser reportado em base úmida. | t cana/ano, em base úmida |
| 2. | Quantidade de palha processada | Quantidade total anual de palha processada na usina. Este parâmetro refere-se à palha recolhida separadamente da cana (por exemplo, palha enfardada, palha recolhida por forrageira, entre outros). | t palha/ano, em base seca |
| 3. | Rendimento de etanol anidro | Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de etanol anidro produzido anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). | L/t cana |
| 4. | Rendimento de etanol hidratado | Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de etanol anidro produzido anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). | L/t cana |
| 5. | Rendimento de açúcar | Refere-se à massa total de açúcar produzido anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). | kg/t cana |
| 6. | Energia elétrica comercializada | Refere-se à quantidade total de eletricidade comercializada anualmente dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). | kWh/t cana |
| 7. | Bagaco comercializado | Refere-se à quantidade total de bagaco comercializado anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). Deve ser reportado em base úmida e informado o respectivo teor de umidade. | kg/t cana, em base úmida Teor de umidade: % |
| 8. | Consumo de biocombustíveis | Consumo de biocombustíveis utilizados no processamento da cana para conversão em etanol. | kg/t cana |
| 8.1. | Biocombustíveis próprios | Quantidade consumida de bagaco e palha, em base úmida, dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). Informar também a umidade destes biocombustíveis. | kg/t cana, em base úmida Teor de umidade: % |
| 8.2. | Biocombustíveis adquiridos de terceiros | Quantidade consumida de bagaco, palha, cavaco de madeira, lenha e resíduos florestais, em base úmida, dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). Informar a umidade destes biocombustíveis. Além disso, deve-se informar a distância de transporte destes biocombustíveis do fornecedor até a usina. | kg/t de cana, em base úmida Teor de umidade: % Distância de transporte: km |

Fase de distribuição

Em relação à distribuição do biocombustível, a informação solicitada na RenovaCalc para todas as rotas será a mesma, referente ao sistema logístico de distribuição de cada fração de seus biocombustíveis comercializados. Para cada

biocombustível, uma distância média de distribuição da usina até o consumidor final foi determinada, sendo esta distância igual para todos os sistemas logísticos. Os sistemas logísticos disponíveis na calculadora são: a) Rodoviário; b) Dutoviário; c) Ferroviário; d) Marítimo (apenas para o etanol de milho importado). Caso o produtor não tenha informações sobre a etapa de distribuição do seu biocombustível, a RenovaCalc adotará o sistema logístico Rodoviário como padrão, exceto para a rota de etanol de milho importado, para a qual será adotado o sistema logístico Marítimo como padrão.

Estimativa de emissões e cálculo da Intensidade de Carbono dos Biocombustíveis na RenovaCalc

A fase agrícola contribui significativamente para as emissões de GEE de biocombustíveis, que estão relacionadas principalmente à produção e uso de insumos. Os GEE mais importantes gerados na atividade agrícola são metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O). Nesta fase, as principais práticas que impactam as emissões de GEE são o uso de calcário, o uso de insumos nitrogenados, a queima de resíduos agrícolas e o consumo de combustível fóssil em operações mecanizadas, além da Mudança de Uso da Terra. As contribuições decorrentes da produção e do uso agrícola de agrotóxicos (herbicidas e pesticidas) são pouco significativas para a categoria de impacto “Mudança do Clima”, considerada no RenovaBio. Por isso, estes insumos são considerados na contabilidade de intensidade de carbono dos biocombustíveis na forma de dados padrão (não penalizados, correspondentes à prática mais comum, atualmente, para cada cultura agrícola).

Existem diversos modelos para a estimativa de emissões de GEE de processos de produção agrícola, com diferentes níveis de complexidade e especificidade. Os modelos mais difundidos propõem a contabilização das substâncias geradoras de emissões e sua multiplicação por fatores de emissão específicos para cada tipo de GEE. As principais referências metodológicas para a estimativa dessas emissões no RenovaBio são os Guias do IPCC (IPCC 2006 a, b, e), em particular o v.4 “Agriculture, Forestry and Other Land Use” (IPCC 2006 d). Quando disponíveis, em literatura científica, fatores de emissão específicos para a região e cultura em análise, estes foram preferidos aos fatores de emissão padrão (“default”) do IPCC.

A contribuição dos processos da fase industrial para o desempenho ambiental do ciclo de vida do biocombustível está associada majoritariamente ao rendimento de produto(s) e coproduto(s) e ao consumo de combustíveis e de energia elétrica. As emissões decorrentes da produção dos insumos químicos utilizados nos processos industriais e do tratamento dos resíduos usualmente não são significativas para os principais biocombustíveis produzidos atualmente em grande escala no país, sendo estas consideradas na contabilidade da intensidade de carbono dos biocombustíveis, tendo como base o perfil típico de cada rota tecnológica. Entretanto, para o etanol de milho, o etanol de segunda geração e o biodiesel, alguns insumos industriais podem contribuir significativamente para a sua intensidade e por isso encontram-se como parâmetros de entrada na RenovaCalc.

Para os processos industriais, as estimativas de emissão de GEE têm como referência os Guias IPCC (2006 a, b, e), em particular o v.3 “Industrial Processes and Product Use” (IPCC 2006 c). Quando disponíveis, em literatura científica, fatores de emissão específicos para os processos em análise, estes foram preferidos aos fatores de emissão padrão (“default”) do IPCC.

Após o preenchimento de todos os parâmetros da RenovaCalc, a ferramenta calcula a intensidade de carbono do biocombustível, gerando um índice em “g CO₂eq./MJ”. Este processo é feito automaticamente na calculadora, a partir de seis passos principais: 1) Adequação dos parâmetros de entrada a um fluxo de referência (tonelada de biomassa processada), e inserção como “fluxos de entrada” no Inventário de Ciclo de Vida de cada rota de produção; 2) Associação destes “fluxos de entrada” de inventário aos dados de emissões de GEE a montante do processo agroindustrial, relacionadas à produção de insumos agrícolas e industriais e à geração de energia, e a jusante, relacionados à distribuição e uso do biocombustível; 3) Consolidação de um inventário das emissões de GEE geradas nas fases agrícola, industrial, de distribuição e uso do biocombustível; 4) Conversão das emissões de GEE para a unidade “g CO₂eq”, a partir de fatores de caracterização para cada gás, segundo o GWP100, AR5 do IPCC (2014); 5) Adequação do índice à unidade funcional (MJ de biocombustível); 6) Cálculo da diferença da intensidade de carbono do biocombustível com o fóssil de referência, gerando a Nota final.

Conclusões

A RenovaCalc foi desenvolvida por uma equipe multidisciplinar composta por especialistas das áreas de Sistemas de Produção Agroenergéticos, Modelagem de Processos de Produção de Biocombustíveis, Geoprocessamento, Modelagem para Mudança de Uso da Terra e Avaliação de Ciclo de Vida, coordenada pela Embrapa Meio Ambiente e

integrada por especialistas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) e do Agroicone.

A ferramenta possui robusta base científica, entretanto é de fácil uso e apresenta sensibilidade aos principais parâmetros de produção dos biocombustíveis, o que permite distinguir produtores que invistam na melhoria do desempenho ambiental dos seus processos, promovendo a redução de emissões de GEE. Com este instrumento, o RenovaBio pretende promover o aumento sustentável da produção de biocombustíveis no Brasil, com base em eficiência e qualidade 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

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP (2017). Ferramenta de estimativa de gases de efeito estufa para fontes intersetoriais (Ferramenta GHG Protocol v.2017.3). Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>>. Acesso em: 09 jun. 2017

IPCC. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: v. 1 general guidance and reporting. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. Published: IGES, Japan: IGES, 2006. Em várias paginações.

IPCC. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: v. 2 energy. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. Japan: IGES, 2006. Em várias paginações.

IPCC. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: v. 3 industrial processes and product use. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. Japan: IGES, 2006. Em várias paginações.

IPCC. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: v. 4 agriculture, forestry and other land use. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. Japan: IGES, 2006. Em várias paginações.

IPCC. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: v. 5 waste. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. Japan: IGES, 2006. Em várias paginações.

IPCC. Intergovernmental panel on climate change. chapter 2: changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: SOLOMON, S. et al. (Eds.) Climate change 2007: the physical science basis, contribution of working group I to the fourth assessment report of the IPCC. United Kingdom: Cambridge University Press; 2007.

WEIDEMA, B. P.; EKVALL, T. Guidelines for applications of deepened and broadened LCA: consequential LCA. Chapter for CALCAS project. Deliverable D18, 2009. Disponível em: <http://www.lcanet.com/files/consequential_LCA_CALCAS_final.pdf>. Acesso em 21/10/2013.

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.