

**NOTA TÉCNICA**

**RenovaCalc<sup>MD</sup>:  
Método e ferramenta para a contabilidade da Intensidade de  
Carbono de Biocombustíveis no Programa RenovaBio**



Março de 2018

## NOTA TÉCNICA

### **RenovaCalc<sup>MD</sup>: Método e ferramenta para a contabilidade da Intensidade de Carbono de Biocombustíveis no Programa RenovaBio**

#### **Autores:**

Marília I. S. Folegatti Matsuura <sup>1</sup>

Michelle T. Scachetti <sup>2</sup>

Mateus F. Chagas <sup>3</sup>

Joaquim E. A. Seabra <sup>4</sup>

Marcelo M. R. Moreira <sup>5</sup>

Antônio M. Bonomi <sup>3</sup>

Gustavo Bayma <sup>1</sup>

Juliana F. Picoli <sup>2</sup>

Marcelo A. B. Morandi <sup>1</sup>

Nilza P. Ramos <sup>1</sup>

Otávio Cavalett <sup>3</sup>

Renan M. L. Novaes <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Meio Ambiente - CNPMA

<sup>2</sup> Consultora

<sup>3</sup> Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol – CTBE

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

<sup>5</sup> Agroicone

## **1. A contabilidade da intensidade de carbono de biocombustíveis e o processo de certificação do RenovaBio**

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. Para tanto, estabeleceu um arcabouço metodológico e ferramental para a contabilidade da intensidade de carbono dos biocombustíveis e sua comparação com os combustíveis fósseis. A confiabilidade deste processo é 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<sup>1</sup>, 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<sup>MD</sup>, ferramenta de cálculo oficial do RenovaBio.

A correção dos dados informados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para o cálculo da Nota de Eficiência Energético-Ambiental é de responsabilidade do Emissor Primário, havendo responsabilidade solidária da firma inspetora credenciada pela ANP.

A Nota de Eficiência Energético-Ambiental, resultante do perfil técnico informado na RenovaCalc<sup>MD</sup>, é vinculada ao volume de biocombustível produzido e comercializado, gerando os Créditos de Descarbonização (CBIO) do RenovaBio.

## **2. O GT-ACV RenovaBio: composição e histórico de trabalho**

Em janeiro de 2017, a Unidade de Meio Ambiente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Meio Ambiente) foi convidada pela Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (SPG) do Ministério de Minas e Energia (MME) a elaborar uma proposta para o método de cálculo da intensidade de carbono de biocombustíveis do RenovaBio e sua ferramenta de apoio (a RenovaCalc<sup>MD</sup>).

Em caráter voluntário, foi criado o Grupo de Trabalho de Avaliação do Ciclo de Vida do RenovaBio (GT-ACV), congregando importantes especialistas das áreas de conhecimento “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”. Este grupo é coordenado pela Embrapa Meio Ambiente, e composto por doze pesquisadores, de quatro instituições de pesquisa: Marília I. S. Folegatti Matsuura, Gustavo Bayma S. da Silva, Marcelo A. B. Morandi, Nilza P. Ramos e Renan M. L. Novaes, da Embrapa Meio Ambiente; Joaquim E. A. Seabra, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); Antonio Bonomi, Mateus F. Chagas e Otávio Cavalett, do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE); Marcelo M. R. Moreira, da Agroicone; e Juliana F. Picoli e Michelle T. Scachetti, consultoras.

---

<sup>1</sup> Não é aceita a inspeção e emissão de certificado para um grupo de unidades produtoras.

Durante a construção da proposta, o GT-ACV reuniu-se com frequência semanal e, **quando diante de opções metodológicas críticas para os resultados, apresentou subsídios técnicos para decisão da SPG/MME.**

Em várias oportunidades, debateu a proposta com outros órgãos de governo e com o setor produtivo, podendo ser citados os seguintes eventos:

- Reunião com representantes de órgãos de governo e do setor produtivo, promovido pelo MME (16/03/2017).
- “Seminário Biodiesel e Bioquerosene: sustentabilidade econômica e ambiental”, promovido pela Ubrabio (24/05/2017).
- Reunião com representantes de órgãos de governo e especialistas, promovido pela Casa Civil da Presidência da República (04/08/2017).
- “Workshop Estratégico CTBE RenovaBio: detalhes técnicos, certificações e calculadora”, promovido pelo GT-ACV (18/08/2017, 177 participantes).
- “Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Descarbonização: oportunidades de negócios e investimentos na cadeia de valor do bioquerosene”, promovido pela Ubrabio (29-30/08/2017).
- “NovaCana Ethanol Conference”, promovido pela NovaCana (25-26/09/2017).
- “Workshop Estratégico CTBE: modelagem econômica”, promovido pelo GT-ACV (29/09/2017, 111 participantes).
- “I Workshop de Validação da RenovaCalc<sup>MD</sup> para empresas certificadoras”, promovido pelo GT-ACV (04/10/2017; 16 participantes).
- “IV Fórum do Biogás”, promovido pela Abiogás (17-18/10/2017).
- “17<sup>th</sup> International DATAGRO Conference on Sugar and Ethanol”, promovido pela DATAGRO (6-7/11/2017).
- “I Encontro Técnico do RenovaBio”, promovido pela Esalq/USP e Única (23/02/2018).
- “I Workshop de Validação da RenovaCalc<sup>MD</sup> para representantes do setor sucroenergético”, promovido pelo GT-ACV (28/02/2018, 77 participantes).
- “I Workshop de Validação da RenovaCalc<sup>MD</sup> para representantes dos setores do biodiesel, do bioquerosene e do biogás”, promovido pelo GT-ACV (01/03/2018, 53 participantes)
- “Evento DATAGRO Abertura de Safra Cana, Açúcar e Etanol 2018/19, promovido pela DATAGRO (14/03/2018).
- “II Workshop de validação da RenovaCalc<sup>MD</sup> para empresas certificadoras”, promovido pelo GT-ACV (19/03/2018, 28 participantes).

As listas de presença dos eventos organizados pelo GT-ACV estão anexadas a esta Nota Técnica (quatro arquivos, “Lista de Presença...”), assim como a compilação das sugestões recebidas nos eventos de validação da RenovaCalc<sup>MD</sup> (três arquivos “Perguntas Workshop RenovaBio”) e um resumo daquelas já atendidas (arquivo “RenovaBio\_alteracoes\_renovacalc\_pos\_validacao”).

O processo de construção desta proposta foi baseado na transparência e no amplo diálogo com os diferentes atores envolvidos direta ou indiretamente com o Programa RenovaBio.

### **3. Critérios de elegibilidade ao programa RenovaBio**

No programa RenovaBio, o processo de mudança de uso da terra (MUT) associado à produção de biomassa para biocombustíveis será tratado por mecanismos de gestão de risco, por meio dos critérios de elegibilidade listados na Tabela 3 desta Nota Técnica.

Os critérios focam no controle da supressão de áreas de vegetação nativa para produção de biocombustíveis e de sua expansão para áreas ambientalmente sensíveis, por meio do alinhamento a políticas e instrumentos nacionais de ordenamento do uso da terra já vigentes associados às culturas energéticas objeto do programa, sem a necessidade de quantificação da MUT direta e indireta.

As principais características observadas para o desenho e seleção da proposta e dos critérios de elegibilidade foram: a) potencial de efetividade na mitigação de emissões de GEE associadas à MUT; b) nível de complexidade para implementação no programa; c) potenciais custos de certificação para as unidades produtoras; d) embasamento técnico-científico; e) sinergia com políticas e programas de uso da terra em vigor no Brasil e no âmbito internacional; e f) capacidade de cumprimento e assimilação pelo setor produtivo. Em revisões do Programa, será considerado o avanço técnico-científico relacionado à contabilidade de emissões de MUT e, se necessário e viável, alterações ou incrementos do modelo de consideração de MUT no RenovaBio poderão ser implementados.

### **4. Método para a contabilidade da Intensidade de Carbono de Biocombustíveis do programa RenovaBio**

O objetivo do método descrito nesta Nota Técnica é contabilizar a intensidade de carbono do biocombustível, em g CO<sub>2</sub> eq./MJ, e compará-la àquela do seu combustível fóssil equivalente. Esta contabilidade é feita pela técnica da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).

#### **4.1. A Avaliação de Ciclo de Vida**

A ACV é uma metodologia com forte base científica, padronizada por normas técnicas internacionais, que permite a avaliação dos impactos ambientais de um produto durante todo o seu ciclo de vida.

No Brasil, estão hoje em vigor as seguintes normas e especificações técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) relacionadas à ACV:

- ISO 14040:2014 “Gestão ambiental – Avaliação de Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura” (ABNT 2014a);
- ISO 14044:2014 “Gestão ambiental – Avaliação de Ciclo de Vida – Requisitos e orientações” (ABNT 2014b);
- ISO/TS 14067:2015 “Gases de efeito estufa – Pegada de carbono de produtos – Requisitos e orientações sobre quantificação e comunicação” (ABNT 2015b);
- ISO 14025:2015 “Rótulos e declarações ambientais – Declarações ambientais de Tipo III – Princípios e procedimentos” (ABNT 2015a).

Os três primeiros documentos são referências para o RenovaBio. A ISO/TS 14067:2015 toma como base as duas normas anteriores, mas trata especificamente dos princípios, requisitos e orientações para a quantificação e comunicação da pegada de carbono de produtos – objeto de interesse específico do RenovaBio. 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”.

#### 4.2 Escopo da ACV para o RenovaBio

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).

Para este Programa, foi assumida a abrangência “do poço à roda” (ou “do berço ao túmulo”), na qual 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.

A opção metodológica e as principais premissas assumidas para a ACV do RenovaBio são resumidas na Tabela 1.

Tabela 1. Opção metodológica e premissas da Avaliação de Ciclo de Vida do RenovaBio.

<b>Opção Metodológica e premissas Avaliação de Desempenho Ambiental do RenovaBio</b>	
Abordagem	Atribucional
Escopo	“do poço à roda”
Unidade Funcional	MJ de combustível consumido
Tratamento de coprodutos	Alocação em base energética
Resíduos	A lista dos materiais considerados resíduos (agrícolas, agroindustriais e urbanos) pelo RenovaBio é encontrada no item 4.2.2 desta Nota Técnica. Resíduos, por definição, são isentos de carga ambiental. Na ACV, são consideradas apenas as emissões ocorridas após a geração do resíduo, a partir das etapas de recolhimento e transporte.
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 <sup>2</sup> ) e, na indisponibilidade destes, utilizou-se os inventários ‘RoW <sup>3</sup> ’.
Fatores de caracterização	GWP100, conforme o AR5 do IPCC (2014): CO <sub>2</sub> = 1; CH <sub>4</sub> fóssil = 30; CH <sub>4</sub> biogênico = 28 e N <sub>2</sub> O = 265
Ferramenta de cálculo	RenovaCalc <sup>MD</sup>

<sup>2</sup> A sigla “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.

<sup>3</sup> A sigla “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.

#### 4.2.1. Tipos de biocombustíveis

Os biocombustíveis previstos na primeira fase do RenovaBio, cujas rotas de produção já estão estruturadas na RenovaCalc<sup>MD</sup>, 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.

#### 4.2.2. Resíduos

As biomassas listadas a seguir são consideradas resíduos pelo programa RenovaBio, portanto a elas não são atribuídas emissões de GEE referentes à sua geração, passando a ser contabilizadas aquelas ocorridas a partir do seu recolhimento e transporte até a unidade de processamento.

##### 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;
- Borrás;
- Glicerina bruta;
- Óleo de fritura usado.

### c) Outros

- Dejetos animais;
- Lodo de estação de tratamento de efluentes;
- Biogás de Aterro Sanitário.

## 5. A RenovaCalc<sup>MD</sup>

A RenovaCalc<sup>MD</sup> é a ferramenta que contabiliza a intensidade de carbono de um biocombustível (em g CO<sub>2</sub> 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 listado no item 4.2.1. desta Nota Técnica (Figura 1). Até junho de 2018 a RenovaCalc<sup>MD</sup> deverá ser convertida em um sistema informatizado, resultado de um trabalho conjunto entre ANP e IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia).

Figura 1. Imagem de tela da RenovaCalc<sup>MD</sup>.

Coluna	Item	Valor	Unidade
Usina - Dados primários	Sistema de plantio	Convencional	
	Área total	20000	ha
	Área queimada	2880	ha
Fornecedores - Dados consolidados	Sistema de plantio	Convencional	
	Área total	20000	ha
	Área queimada	2880	ha
Média - RenovaCalc	Sistema de plantio	Convencional	
	Área total	20000	ha
	Área queimada	2880	ha

### 5.1. Fontes de dados da RenovaCalc<sup>MD</sup>

No que se refere às informações usadas na RenovaCalc<sup>MD</sup> para o cálculo da intensidade de carbono dos biocombustíveis, as seguintes fontes são adotadas:

- Para os processos a montante do processo agroindustrial: dados advindos da base de dados ecoinvent (WERNET *et al.*, 2016).
- Para os processos de distribuição do biocombustível: dados de estatísticas oficiais e dados setoriais.
- Para o uso do biocombustível: dados da ferramenta de estimativa de gases de efeito estufa para fontes intersetoriais (FGV, 2017).



### 5.1.1. Fase agrícola de produção

Na RenovaCalc<sup>MD</sup>, para a fase agrícola, há campos específicos para o preenchimento dos dados de produção própria da unidade produtora (Emissor Primário) e de fornecedores. O preenchimento de ambos é de responsabilidade da unidade produtora, cabendo a ela inserir os dados de cada um de seus fornecedores individualmente. A RenovaCalc<sup>MD</sup> 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.

Tanto para os dados próprios como para os de fornecedores, é sempre necessário informar dados primários para as perguntas relacionadas aos critérios de elegibilidade ao programa RenovaBio e para os parâmetros: “área total”, “produção total”, “resíduos agrícolas recolhidos”.

Para os demais parâmetros solicitados na calculadora, na fase agrícola, é possível optar pelo preenchimento por “perfil específico” (dados primários) ou por “perfil padrão”.

- a) No “perfil de produção específico” são fornecidos dados primários do processo agrícola das áreas de produção da usina e de seus fornecedores;
- b) 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 o fornecimento de informações sobre o perfil de produção específico. Desta forma, a opção “padrão” torna-se uma alternativa para o preenchimento da RenovaCalc<sup>MD</sup> quando não é conhecido o conjunto completo de parâmetros técnicos de um processo produtivo agrícola.

É permitido adotar:

- a) O “perfil de produção específico” para ambos, usina e fornecedores;
- b) o “perfil de produção padrão” para ambos, usina e fornecedores;
- c) O “perfil de produção específico” para usina e o “perfil de produção padrão” para fornecedores.
- d) O “perfil de produção padrão” para usina e o “perfil de produção específico” para fornecedores.

O conjunto de dados referente ao “perfil de produção padrão” para os biocombustíveis previstos na RenovaCalc<sup>MD</sup> encontra-se no Apêndice A, Tabelas A1 a A4.

### 5.1.2. 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.

### 5.1.3. Fase de distribuição

Em relação à distribuição do biocombustível, a informação solicitada na RenovaCalc<sup>MD</sup> 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). A Tabela 2 apresenta a composição e as distâncias médias adotadas para cada sistema logístico, para as rotas de biocombustíveis presentes na RenovaCalc<sup>MD</sup>.

Caso o produtor não tenha informações sobre a etapa de distribuição do seu biocombustível, a RenovaCalc<sup>MD</sup> 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.

Tabela 2. Composição e distâncias médias dos sistemas logísticos disponíveis na RenovaCalc<sup>MD</sup>.

Biocombustível	Distância média (km)	Sistemas logísticos							
		Rodoviário	Dutoviário		Ferroviário		Marítimo		
			Dutoviário	Rodoviário	Ferroviário	Rodoviário	Rodoviário	Ferroviário	Marítimo
Etanol de cana	700	700	300	400	300	400	-	-	-
Etanol 1G2G	700	700	300	400	300	400			
Etanol 2G	700	700	300	400	300	400	-	-	-
Etanol usinas “Flex”	700	700	300	400	300	400	-	-	-
Etanol de milho	1500	1500	900	600	900	600	-	-	-
Etanol de milho importado	15000 <sup>4</sup>	-	-	-	-	-	600	1400	13000
Biodiesel	1500	1500	900	600	900	600	-	-	-
Bioquerosene	1500	1500	900	600	900	600	-	-	-
Biometano	N.A. <sup>5</sup>	43	24	-	-	-	-	-	-

## 5.2. Parâmetros de entrada na RenovaCalc<sup>MD</sup>

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 (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Nesta fase, as principais práticas que impactam as emissões de GEE são o uso de corretivos agrícolas, 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) não contribuem significativamente 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),

<sup>4</sup> Fonte de dados: GREET.

<sup>5</sup> Para a fração do biometano que é transportada até os postos de combustíveis, considerou-se a distribuição exclusivamente via sistema rodoviário e, para a fração do biometano que é injetada diretamente na rede, considerou-se a distribuição exclusivamente por duto.

correspondentes à prática mais comum, atualmente, para cada cultura agrícola. Portanto, estas informações não são solicitadas ao usuário.

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, mas 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 de carbono e por isso encontram-se como parâmetros de entrada na RenovaCalc<sup>MD</sup>.

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 2006c). 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.

Os critérios de elegibilidade ao Programa RenovaBio e os parâmetros técnicos solicitados pela RenovaCalc<sup>MD</sup> especificados por rota tecnológica são apresentados nas Tabelas 3 a 11, a seguir.

Tabela 3. Critérios de elegibilidade ao Programa RenovaBio.

	<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Observação</b>
CE <sup>6</sup>	Somente poderá ingressar no RenovaBio o Emissor Primário cuja biomassa seja oriunda de área de produção não localizada em área onde tenha ocorrido supressão de vegetação nativa a partir da data de promulgação da Lei 13.576, de 26 de dezembro de 2017.	Atende / Não atende	N.A	<p>Esse critério se aplica tanto a biomassas produzidas no território nacional quanto em outros países.</p> <p>A verificação do cumprimento deste critério deve ser realizada por meio de imagens de satélite, de resolução espacial melhor ou igual a 30m. Para tal, recomenda-se a utilização de imagens do satélite Sentinel-2 ou Landsat-8, de livre distribuição.</p> <p>O perímetro do imóvel rural em território nacional será aquele registrado no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Para imóveis rurais situados em outros países, o perímetro deverá ser aquele reconhecido por órgão oficial do país e georreferenciado.</p> <p>Aquele fornecedor que atender a este critério de elegibilidade deverá ter toda a área dedicada à produção de biomassa energética do seu imóvel rural conforme.</p> <p>Se um determinado fornecedor de biomassa não atender a este critério, isto inviabiliza a contabilização para o programa do volume de biomassa produzido por este fornecedor, mas não a participação do produtor do biocombustível (Emissor Primário) no programa. O método de rastreabilidade adotado será o balanço de massa.</p> <p>O critério não se aplica para biomassa oriunda de resíduos, conforme definidos nesta nota técnica.</p>
CE	Somente poderá ingressar no RenovaBio o Emissor Primário cujo fornecimento nacional de biomassa seja oriundo de imóvel rural com o CAR com status ativo ou pendente, conforme Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural e conforme definido pelo Decreto nº 7.830/2012.	Atende / Não atende  Atende: CAR ativo ou pendente  Não atende: CAR cancelado ou ausência de	N.A.	<p>A verificação do CAR deve ser feita por meio do número de registro do imóvel (ou número de protocolo), pelo site oficial do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural</p> <p>Esta verificação deverá ser iniciada a partir da data de adesão do Emissor Primário ao programa RenovaBio e deverá ser realizada anualmente, antes da aquisição da biomassa de seus fornecedores. Caso um dos imóveis dos seus fornecedores não tenha seu CAR com status ativo ou pendente, o Emissor deverá interromper a aquisição de biomassa até que a situação deste imóvel se regularize.</p> <p>Se um determinado fornecedor de biomassa não atender a este critério, isto inviabiliza a contabilização para o programa do volume de biomassa produzido por este</p>

<sup>6</sup> CE: Critério de elegibilidade. Não sendo cumprido, é vetado o acesso ao Programa RenovaBio.

		registro no CAR.		<p>fornecedor, mas não a participação do produtor do biocombustível (Emissor Primário) no programa. O método de rastreabilidade adotado será o balanço de massa.</p> <p>O critério não se aplica para biomassa oriunda de resíduos, conforme definidos nesta nota técnica.</p>
CE	<p>O Emissor Primário deve atender, para a biomassa produzida em território nacional, os seguintes requisitos:</p> <p>I – Para cana-de-açúcar, conformidade com o Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar (ZAE Cana), conforme o Decreto 6.961, de 17 de setembro de 2009;</p> <p>II – Para palma de óleo, conformidade com o Zoneamento Agroecológico para a Cultura da Palma de Óleo (ZAE Palma de Óleo), conforme o Decreto 7.172, de 07 de maio de 2010.</p> <p>III – Para as demais culturas, XXX.</p>	Atende / Não atende	N.A.	<p>A verificação da conformidade da área de produção de cana-de-açúcar com o ZAE deverá ser feita confirmando sua localização em município com área apta à expansão de cana-de-açúcar, segundo o Decreto 6.961, de 17/09/2009 e modificações dadas pelas Instruções Normativas nº 57 de 2009 e nº 22 de 2010 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e outras que venham a surgir.</p> <p>A verificação da conformidade da área de produção de palma de óleo com o ZAE deverá ser feita confirmando sua localização em município com área apta à expansão de palma de óleo, segundo o Decreto 7.172, de 07/05/2010 e modificações que venham a surgir.</p> <p>Se um determinado fornecedor de biomassa não atender a este critério, isto inviabiliza a contabilização para o programa do volume de biomassa produzido por este fornecedor, mas não a participação do produtor do biocombustível (Emissor Primário) no programa. O método de rastreabilidade adotado será o balanço de massa.</p> <p>Estes critérios não se aplicam a áreas ocupadas por cana-de-açúcar em 17 de setembro de 2009 ou ocupadas por palma de óleo em 07 de maio de 2010. O tipo de uso dessas áreas nessas datas deverá ser verificado por imagens de satélite, de resolução espacial melhor ou igual a 30 m. Para tal, recomenda-se a utilização de imagens do satélite Sentinel-2 ou Landsat-8, de livre distribuição.</p>

Tabela 4. Parâmetros solicitados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para a rota de etanol de primeira geração de cana-de-açúcar.

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Orientações
<b>Fase Agrícola</b>				
1.	Sistema de plantio	<p><b>Convencional</b> - 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 plainas para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais, incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas. A semeadura é a lanço ou em linha.</p> <p><b>Direto, com rotação de culturas</b> - 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.</p> <p><b>Direto, com sucessão de culturas</b> - 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.</p> <p><b>Mínimo/Reduzido</b> - sistema no qual se utiliza menor mobilização do solo, quando comparado ao sistema convencional. A semeadura é realizada diretamente sobre a</p>	N.A.	Parâmetro informacional. Não afeta a intensidade de carbono do biocombustível, portanto dispensa verificação.

		cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem o revolvimento do solo.		
2.	Área total	Área total da unidade de produção, ou seja, soma das áreas colhida, de produção de mudas, de reforma, de cana de ano e meio e de cana bisada.	ha	Verificar por imagens de satélite, de resolução espacial melhor ou igual a 30 m, e técnicas de geoprocessamento.
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 criminosa.	ha	Verificar por meio do sistema de PIMS (Plant Information Management System) de cada usina.
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 <b>base úmida</b>	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar NF de compra, para produtos de fornecedores.
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 <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar registros internos.
6.	Teor médio de impurezas minerais	Refere-se ao teor médio de impurezas minerais contido na cana (ver requisito 4).	kg /t cana, em <b>base úmida</b>	Verificar registros internos.
7.	Palha recolhida total	Refere-se à quantidade total de palha recolhida anualmente na área total de produção (ver requisito 2). Este parâmetro refere-	t de palha, em <b>base seca</b>	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar NF de compra, para produtos de fornecedores.

		se à palha recolhida separadamente da cana (por exemplo, palha enfardada, palha recolhida por forrageira, entre outros).		
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	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.
9.	Consumo de fertilizantes sintéticos	Quantidade consumida de cada elemento (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O por fonte), aplicados na área total (ver requisito 2), dividida pela quantidade de cana (ver requisito 4). Caso a RenovaCalc <sup>MD</sup> não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificá-la no campo “Outros” e informar o teor específico do elemento (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O).	kg elemento/ t cana	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. Cada fonte de fertilizante possui uma quantidade específica de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O (%). Para identificar esta fonte, consultar o rótulo do fertilizante ou documento com especificações técnicas. Após consultar a fonte, utilizar a Tabela do Anexo I deste documento para informar na calculadora a quantidade de cada nutriente. No caso da aplicação de formulados (NPK), também é necessário identificar a fonte e quantidade de cada elemento. Ver Apêndice B.
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 <sup>MD</sup> não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificar esta fonte no campo “Outros” e informar o teor de N de cada fonte.	kg ou L / t cana Teor de nitrogênio: g N/kg ou g N/L	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. O teor de N do fertilizante deve ser informado pelo fabricante ou determinado por análise de laboratório.



11.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	<p>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).</p> <p>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).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> <p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR</li> </ul>	<p>L/t cana</p> <p>Nm³/t cana</p> <p>kWh/t cana</p>	<p>Para os combustíveis, verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.</p> <p>Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>
<b>Fase industrial</b>				
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 <b>base úmida</b>	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.

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 <b>base seca</b>	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
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	Verificar registros internos.
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	Verificar registros internos.
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	Verificar registros internos.
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	Verificar registros internos. Verificar NF de venda.
7.	Bagaço comercializado	Refere-se à quantidade total de bagaço comercializado anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). Deve ser reportado em base úmida e reportado o respectivo teor de umidade.	kg/t cana, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar registros internos. Verificar NF de venda.
8.	Consumo de biocombustíveis	Consumo de biocombustíveis utilizados no processamento da cana para conversão em etanol.	kg/t cana	Verificar registros internos e NF de compra.

8.1.	Biocombustíveis próprios	<p>Quantidade consumida de bagaço e palha, em base úmida, dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).</p> <p>Informar também a umidade destes biocombustíveis.</p>	<p>kg/t cana, em <b>base úmida</b></p> <p>Teor de umidade: %</p>	<p>Verificar registros internos.</p>
8.2.	Biocombustíveis adquiridos de terceiros	<p>Quantidade consumida de bagaço, 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.</p> <p>Além disso, deve-se informar a distância de transporte destes biocombustíveis do fornecedor até a usina.</p>	<p>kg/t de cana, em <b>base úmida</b></p> <p>Teor de umidade: %</p> <p>Distância de transporte: km</p>	<p>Verificar NF de compra de bagaço e controles internos. Realizar balanço de massa.</p>

Tabela 5. Parâmetros solicitados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para a rota de etanol de segunda geração em usina dedicada.

	<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Orientações</b>
<b>Fase agrícola</b>				
Devido às biomassas utilizadas para produção de Etanol 2G serem consideradas no RenovaBio como resíduos e, por isso, não carregarem carga ambiental, a fase agrícola não é contabilizada nesta rota.				
<b>Fase industrial</b>				
1.	Quantidade de material lignocelulósico (MLC) processado	Refere-se à quantidade total de MLC, em <b>base seca</b> , processada anualmente para produção de etanol de segunda geração, discriminada por fonte. Deve ser informada a umidade e a distância de transporte dessas matérias-primas dos fornecedores até a usina.	t/ano, em <b>base seca</b>  Teor de umidade: %  Distância de transporte: km	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
2.	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 MLC processada (ver requisito 1).	L/t MLC	Verificar registros internos.
3.	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 MLC processada (ver requisito 1).	L/t MLC	Verificar registros internos.
4.	Energia elétrica comercializada	Refere-se à quantidade total de eletricidade comercializada anualmente dividida pela quantidade de MLC processado (ver requisito 1).	kWh/t MLC	Verificar registros internos. Verificar NF de venda.

5.	Consumo de enzimas	Quantidade total de enzimas consumidas dividida pela quantidade de MLC processado (t).	kg/t MLC	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.
6.	Consumo de insumos industriais para pré tratamento do MLC <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido Sulfúrico</li> <li>• Amônia</li> <li>• Hidróxido de Sódio</li> </ul>	Quantidade de insumos consumidos dividida pela quantidade de MLC processado (t).	kg/ t MLC	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.
7.	Consumo de biocombustíveis	Quantidade consumida de bagaço, palha, cavaco de madeira, lenha, resíduos florestais e celulignina residual do processo 2G, em base úmida, dividida pela quantidade de MLC processado (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 MLC, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: % Distância de transporte: km	Verificar NF de compra de bagaço e controles internos. Realizar balanço de massa.

Tabela 6. Parâmetros solicitados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para a rota de etanol de primeira e segunda geração em usina integrada.

	<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Orientações</b>
<b>Fase agrícola</b>				
Idem à fase agrícola da rota Etanol 1G (Tabela 4). Idem à fase agrícola da rota Etanol 2G (Tabela 5), para resíduos.				
<b>Fase industrial</b>				
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	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
2.	Quantidade de palha própria 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 <b>base seca</b>	Verificar controle de estoque e outros controles internos.
3.	Quantidade de bagaço próprio processado	Quantidade total anual de bagaço próprio processado na usina. Deve ser reportado em base úmida e reportado o respectivo teor de umidade.	t/ano, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar registros internos.
4.	Quantidade de bagaço de terceiros processado	Refere-se à quantidade total de bagaço de terceiros processado anualmente. Deve ser reportado em base úmida e reportado o respectivo teor de umidade. Deve-se informar a distância de transporte deste bagaço até a usina.	t/ano, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: % Distância de transporte: km	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.

5.	Quantidade de palha de terceiros processada	Quantidade total anual de palha de terceiros processada na usina. Deve-se informar a distância de transporte desta palha até a usina.	t palha/ano, em <b>base seca</b> Distância de transporte: km	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
6.	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	Verificar registros internos.
7.	Rendimento de etanol hidratado	Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de etanol hidratado produzido anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).	L/t cana	Verificar registros internos.
8.	Rendimento de açúcar produzido	Refere-se à massa total de açúcar produzido anualmente dividido pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).	kg/t cana	Verificar registros internos.
9.	Energia elétrica comercializada	Refere-se à quantidade total de eletricidade comercializada anualmente dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).	kWh/t cana	Verificar registros internos. Verificar NF de venda.
10.	Bagaço comercializado	Refere-se à quantidade total de bagaço comercializado anualmente dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). Deve ser reportado em base úmida e reportado o respectivo teor de umidade.	kg/t cana, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar registros internos. Verificar NF de venda.
11.	Consumo de insumos industriais para pré-tratamento do MLC <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido Sulfúrico</li> <li>• Amônia</li> <li>• Hidróxido de Sódio</li> </ul>	Quantidade de insumos consumidos dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).	kg/ t cana	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.

12.	Consumo de biocombustíveis	Quantidade consumida de biocombustíveis dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1).	kg/t cana	Verificar registros internos
12.1.	Biocombustíveis próprios	Quantidade consumida de bagaço e palha, em base úmida, dividida pela quantidade de cana processada (ver requisito 1). Informar também a umidade destes biocombustíveis.	kg/t cana, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar registros internos
12.2	Biocombustíveis adquiridos de terceiros	Quantidade consumida de bagaço, 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 cana, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: % Distância de transporte: km	Verificar NF de compra e controles internos. Realizar balanço de massa.



Tabela 7. Parâmetros solicitados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para a rota de Etanol de Milho em usina dedicada.

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Orientações
<b>Fase agrícola – Milho</b>				
1.	Sistema de plantio	<p><b>Convencional</b> - 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 plainas para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais, incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas. A sementeira é a lanço ou em linha.</p> <p><b>Direto, com rotação de culturas</b> - Plantio direto é o sistema de sementeira 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.</p> <p><b>Direto, com sucessão de culturas</b> - Plantio direto é o sistema de sementeira 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.</p> <p><b>Mínimo/Reduzido</b> - sistema no qual se utiliza menor mobilização do solo, quando comparado ao sistema convencional. A sementeira é realizada diretamente sobre a cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem o revolvimento do solo.</p>	N.A.	Parâmetro informacional. Não afeta a intensidade de carbono do biocombustível, portanto dispensa verificação.

2.	Área total	Área total da unidade dedicada à produção de milho.	ha	Verificar por imagens de satélite, de resolução espacial melhor ou igual a 30 m, e técnicas de geoprocessamento.
3.	Produção total	Quantidade total de produto produzido na área total de produção (ver requisito 2). Este parâmetro deve ser reportado em base úmida e reportado o respectivo teor de umidade.	t milho, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar NF de compra, para produtos de fornecedores.
4.	Resíduos agrícolas recolhidos	Refere-se à quantidade total de resíduos recolhidos anualmente na área total de produção (ver requisito 2).	t de resíduos, em <b>base seca</b>	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar NF de compra, para produtos de fornecedores.
4.	Sementes	Refere-se à quantidade total anual de sementes utilizada na área total de produção (ver requisito 2) dividido pela produção total de grãos (ver requisito 3).	kg /t milho	Verificar registros internos.
5.	Consumo de corretivos	Quantidade consumida de cada corretivo (calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola), dividida pela produção total de grãos (ver requisito 3).	kg/ t milho	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.
6.	Consumo de fertilizantes sintéticos	Quantidade consumida de cada elemento (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O por fonte), aplicados na área total (ver requisito 2), pela produção total de grãos (ver requisito 3). Caso a RenovaCalc <sup>MD</sup> não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificá-la no campo “Outros” e informar o teor específico do elemento (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O).	kg elemento/ t milho	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. Cada fonte de fertilizante possui uma quantidade específica de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O (%). Para identificar esta fonte, consultar o rótulo do fertilizante ou documento com especificações técnicas. Após consultar a fonte, utilizar a Tabela do Anexo I deste documento para informar na calculadora a quantidade de cada nutriente.

				No caso da aplicação de formulados (NPK), também é necessário identificar a fonte e quantidade de cada elemento.
7.	Consumo de fertilizantes orgânicos/organominerais	<p>Quantidade consumida de cada elemento (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O por fonte), aplicados na área total (ver requisito 2) pela produção total de grãos (ver requisito 3).</p> <p>Caso a RenovaCalc<sup>MD</sup> não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificá-la no campo “Outros” e informar o teor de N de cada fonte.</p>	kg elemento/ t milho	<p>Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.</p> <p>O teor de N do fertilizante deve ser informado pelo fabricante ou determinado por análise de laboratório.</p>
8.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	<p>Refere-se ao consumo de combustíveis (soma das operações agrícolas, irrigação, transportes de combustíveis, deslocamento de pessoas, etc.), na área total (ver requisito 2), dividido pela produção total de grãos (ver requisito 3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> <p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR</li> </ul>	<p>L/t milho</p> <p>Nm<sup>3</sup>/t milho</p> <p>kWh/t milho</p>	<p>Para os combustíveis, verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.</p> <p>Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>

Fase industrial				
1.	Quantidade de milho processado	Quantidade total anual de milho processado. Este parâmetro deve ser reportado em base úmida. Deve ser reportado o teor de umidade. Informar a distância de transporte percorrida pela matéria-prima à unidade de produção.	t milho/ano, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: % Distância de transporte: km	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
2.	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 milho processado (ver requisito 1).	L/t milho	Verificar registros internos
3.	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 milho processado (ver requisito 1).	L/t milho	Verificar registros internos
4.	Energia elétrica comercializada	Refere-se à quantidade total de eletricidade comercializada anualmente dividida pela quantidade de milho processado (ver requisito 1).	kWh/t milho	Verificar NF de compra e registros internos.
5.	Rendimento de <i>Distillers Dried Grains</i> (DDG)	Refere-se à massa total de DDG produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.
6.	Rendimento de <i>Distillers Dried Grains with Solubles</i> (DDGS)	Refere-se à massa total de DDGS produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.

7.	Rendimento de farelo de milho ' <i>Corn Gluten Meal</i> ' (CGM)	Refere-se à massa total de CGM produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.
8.	Rendimento de proteína de milho ' <i>Corn Gluten Feed</i> ' (CGF)	Refere-se à massa total de CGF produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.
9.	Rendimento de óleo de milho	Refere-se à massa total de Óleo de milho produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.
10.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	<p>Refere-se ao consumo de combustíveis e eletricidade dividido pela quantidade de milho processado (ver requisito 1).</p> <p>Cavaco de madeira, lenha, resíduos florestais, bagaço de cana e palha de cana devem ser reportados em base úmida e informados seus respectivos teores de umidade.</p> <p>Além disso, deve-se informar a distância de transporte destes combustíveis do fornecedor até a usina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> <p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano</li> </ul>	<p>kg/t milho, em <b>base úmida</b></p> <p>Teor de umidade<sup>7</sup>: %</p> <p>L/t milho</p> <p>Nm<sup>3</sup>/t milho</p> <p>kWh/t milho</p> <p>Distância de transporte: km</p>	<p>Verificar NF de compra e controles internos. Realizar balanço de massa.</p> <p>Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>

<sup>7</sup> Informar o teor de umidade apenas para os biocombustíveis.

- |  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR</li></ul> |  |  |
|--|--|---|--|--|

Tabela 8. Parâmetros solicitados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para a rota de Etanol de cana-de-açúcar e milho em usina integrada (“flex”).

	<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Orientações</b>
<b>Fase agrícola - Cana</b>				
Idem à fase agrícola da rota Etanol 1G (Tabela 4)				
<b>Fase agrícola - Milho</b>				
Idem à fase agrícola da rota Etanol de Milho (Tabela 7)				
<b>Fase industrial</b>				
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	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
2.	Quantidade de palha própria 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 <b>base seca</b>	Verificar controle de estoque e outros controles internos.
3.	Quantidade de milho processado	Quantidade total anual de milho processado. Este parâmetro deve ser reportado em base úmida. Informar a distância de transporte percorrida pela matéria-prima à unidade de produção.	t milho/ano Distância de transporte: km	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
4.	Produção de etanol anidro	Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de etanol anidro produzido anualmente.	L/ano	Verificar registros internos.

5.	Produção de etanol hidratado	Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de etanol anidro produzido anualmente.	L/ano	Verificar registros internos.
6.	Produção de açúcar	Refere-se à massa total de açúcar produzido anualmente.	kg/ano	
7.	Bagaço comercializado	Refere-se à quantidade total de bagaço comercializado anualmente. Deve ser reportado em base úmida e informado o respectivo teor de umidade.	kg/ano, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar registros internos. Verificar NF de venda.
8.	Energia elétrica comercializada	Refere-se à quantidade total de eletricidade comercializada anualmente.	kWh/ano	Verificar NF de venda e registros internos.
9.	Produção de <i>Distillers Dried Grains</i> (DDG)	Refere-se à massa total de DDG produzido anualmente.	Kg/ano	Verificar NF de venda e registros internos.
10.	Produção de <i>Distillers Dried Grains with Solubles</i> (DDGS)	Refere-se à massa total de DDGS produzido anualmente.	kg/ano	Verificar NF de venda e registros internos.
11.	Produção de farelo de milho ' <i>Corn Gluten Meal</i> ' (CGM)	Refere-se à massa total de CGM produzido anualmente.	kg/ano	Verificar NF de venda e registros internos.
12.	Produção de proteína de milho ' <i>Corn Gluten Feed</i> ' (CGF)	Refere-se à massa total de CGF produzido anualmente.	kg/ano	Verificar NF de venda e registros internos.
13.	Produção de óleo de milho	Refere-se à massa total de Óleo de milho produzido anualmente.	kg/ano	Verificar NF de venda e registros internos.



14.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	<p>Refere-se ao consumo total anual de combustíveis e eletricidade.</p> <p>Bagaço, palha, cavaco de madeira, lenha e resíduos florestais devem ser reportados em base úmida e informados seus respectivos teores de umidade. Além disso, deve-se informar a distância de transporte destes combustíveis do fornecedor até a usina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> <p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano próprio</li> <li>• Biometano de terceiros</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR</li> </ul>	<p>kg/ano, em <b>base úmida</b></p> <p>Teor de umidade<sup>8</sup>: %</p> <p>L/ano</p> <p>Nm<sup>3</sup>/ano</p> <p>kWh/ano</p> <p>Distância de transporte: km</p>	<p>Verificar NF de compra e controles internos. Realizar balanço de massa.</p> <p>Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>
-----	--	--	--	---

<sup>8</sup> Informar o teor de umidade apenas para os biocombustíveis.

Tabela 9. Parâmetros solicitados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para a rota de Etanol de Milho importado.

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Orientações
<b>Fase agrícola – Milho</b>				
1.	Sistema de plantio	<p><b>Convencional</b> - 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 plainas para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais, incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas. A semeadura é a lanço ou em linha.</p> <p><b>Direto, com rotação de culturas</b> - 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.</p> <p><b>Direto, com sucessão de culturas</b> - 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.</p> <p><b>Mínimo/Reduzido</b> - 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.</p>	N.A.	Parâmetro informacional. Não afeta a intensidade de carbono do biocombustível, portanto dispensa verificação.

2.	Área total	Área total da unidade dedicada à produção de milho.	ha	Verificar por imagens de satélite, de resolução espacial melhor ou igual a 30 m, e técnicas de geoprocessamento.
3.	Produção total	Quantidade total de produto produzido na área total de produção (ver requisito 2). Este parâmetro deve ser reportado em base úmida e reportado o respectivo teor de umidade.	t milho, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar NF de compra, para produtos de fornecedores.
4.	Resíduos agrícolas recolhidos	Refere-se à quantidade total de resíduos recolhidos anualmente na área total de produção (ver requisito 2).	t de resíduos, em <b>base seca</b>	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar NF de compra, para produtos de fornecedores.
4.	Sementes	Refere-se à quantidade total anual de sementes utilizada na área total de produção (ver requisito 2) dividido pela produção total de grãos (ver requisito 3).	kg /t milho	Verificar registros internos.
5.	Consumo de corretivos	Quantidade consumida de cada corretivo (calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola), dividida pela produção total de grãos (ver requisito 3).	kg/ t milho	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.
6.	Consumo de fertilizantes sintéticos	Quantidade consumida de cada elemento (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O por fonte), aplicados na área total (ver requisito 2), pela produção total de grãos (ver requisito 3). Caso a RenovaCalc <sup>MD</sup> não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificá-la no campo “Outros”.	kg elemento/ t milho	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. Cada fonte de fertilizante possui uma quantidade específica de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O (%). Para identificar esta fonte, consultar o rótulo do fertilizante ou documento com especificações técnicas. Após consultar a fonte, utilizar a Tabela do Anexo I deste documento para informar na calculadora a quantidade de cada nutriente.

				No caso da aplicação de formulados (NPK), também é necessário identificar a fonte e quantidade de cada elemento.
7.	Consumo de fertilizantes orgânicos/organominerais	Quantidade consumida de cada elemento (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O por fonte), aplicados na área total (ver requisito 2) pela produção total de grãos (ver requisito 3). Caso a RenovaCalc <sup>MD</sup> não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificá-la no campo “Outros”.	kg elemento/ t milho	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. O teor de N do fertilizante deve ser informado pelo fabricante ou determinado por análise de laboratório.
8.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	Refere-se ao consumo de combustíveis (soma das operações agrícolas, irrigação, transportes de combustíveis, deslocamento de pessoas, etc.), na área total (ver requisito 2), dividido pela produção total de grãos (ver requisito 3).  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix EUA</li> </ul>	L/t milho Nm <sup>3</sup> /t milho kWh/t milho	Para os combustíveis, verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.
<b>Fase industrial</b>				

1.	Quantidade de milho processado	Quantidade total anual de milho processado. Este parâmetro deve ser reportado em base úmida. Deve ser reportado o teor de umidade. Informar a distância de transporte percorrida pela matéria-prima à unidade de produção.	t milho/ano, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: % Distância de transporte: km	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
2.	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 milho processado (ver requisito 1).	L/t milho	Verificar registros internos
3.	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 milho processado (ver requisito 1).	L/t milho	Verificar registros internos
4.	Energia elétrica comercializada	Refere-se à quantidade total de eletricidade comercializada anualmente dividida pela quantidade de milho processado (ver requisito 1).	kWh/t milho	Verificar NF de compra e registros internos.
5.	Rendimento de <i>Distillers Dried Grains</i> (DDG)	Refere-se à massa total de DDG produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.
6.	Rendimento de <i>Distillers Dried Grains with Solubles</i> (DDGS)	Refere-se à massa total de DDGS produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.
7.	Rendimento de farelo de milho ' <i>Corn Gluten Meal</i> ' (CGM)	Refere-se à massa total de CGM produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.

8.	Rendimento de proteína de milho 'Corn Gluten Feed' (CGF)	Refere-se à massa total de CGF produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.
9.	Rendimento de óleo de milho	Refere-se à massa total de Óleo de milho produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de milho processado (ver requisito 1).	kg/t milho	Verificar registros internos.
10.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	<p>Refere-se ao consumo de combustíveis e eletricidade dividido pela quantidade de milho processado (ver requisito 1).</p> <p>Cavaco de madeira, lenha, resíduos florestais, bagaço de cana e palha de cana devem ser reportados em base úmida e informados seus respectivos teores de umidade.</p> <p>Além disso, deve-se informar a distância de transporte destes combustíveis do fornecedor até a usina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> <p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix EUA</li> </ul>	<p>kg/t milho, em <b>base úmida</b></p> <p>Teor de umidade<sup>9</sup>: %</p> <p>L/t milho</p> <p>Nm<sup>3</sup>/t milho</p> <p>kWh/t milho</p> <p>Distância de transporte: km</p>	<p>Verificar NF de compra e controles internos. Realizar balanço de massa.</p> <p>Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia ("conta de luz"). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>

<sup>9</sup> Informar o teor de umidade apenas para os biocombustíveis.

Tabela 10. Parâmetros solicitados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para a rota de Biodiesel.

Parâmetro	Descrição	Unidade	Orientações
<b>Fase agrícola – Soja, Palma, Algodão, Outros<sup>10</sup> ou Resíduos<sup>11</sup></b>			
1. Sistema de plantio*	<p><b>Convencional</b> - 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 plainas para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais, incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas. A semeadura é a lanço ou em linha.</p> <p><b>Direto, com rotação de culturas</b> - 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.</p> <p><b>Direto, com sucessão de culturas</b> - 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</p>	N.A.	Parâmetro informacional. Não afeta a intensidade de carbono do biocombustível, portanto dispensa verificação.

<sup>10</sup> Para a Palma e o Algodão e “Outros”(mix padrão de outros óleos destinados à produção de biodiesel), não são solicitados parâmetros técnicos referentes ao perfil de produção agrícola. As emissões de GEE desta fase de produção estão previamente calculadas e disponíveis na calculadora como perfis padrão (não penalizados), provenientes da base de dados Ecoinvent V.3.1.

<sup>11</sup> Os resíduos não carregam carga ambiental, portanto não são solicitadas informações referentes à sua geração.

\* Informações pertinentes exclusivamente à produção de soja.

\*\* Informações pertinentes à produção de soja, palma e algodão.

\*\*\* Informações pertinentes à biomassa residual.

\*\*\*\* Informações pertinentes a todos os tipos de biomassa (soja, palma, algodão e resíduos).

		<p>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.</p> <p><b>Mínimo/Reduzido</b> - 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.</p>		
2.	Área total**	Área total destinada à produção da biomassa primária <sup>12</sup> (quando pertinente) na propriedade.	ha	Verificar por imagens de satélite, de resolução espacial melhor ou igual a 30 m, e técnicas de geoprocessamento.
3.	Produção total ** (biomassa primária)	Quantidade total de biomassa primária produzida na área total de produção (ver requisito 2). Este parâmetro deve ser reportado em base úmida.	t biomassa primária, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar registros internos, para produção própria. Verificar NF de compra, para produtos de fornecedores.
4.	Aporte total *** (resíduos)	Quantidade total de biomassa residual a ser processada. Este parâmetro deve ser reportado em base úmida.	t biomassa residual, em <b>base úmida</b> Teor de umidade: %	Verificar NF de compra e registros internos.
5.	Sementes*	Refere-se à quantidade total anual de sementes utilizada na área total de produção de soja (ver requisito 2) dividida pela produção total de soja (ver requisito 3).	kg/t de soja	Verificar NF de compra e registros internos

<sup>12</sup> Biomassa primária deve ser entendida como a produzida para fins energéticos, neste caso, soja, palma e algodão. Resíduos são aqui tratados como biomassa residual.



6.	Consumo de corretivos*	Quantidade consumida de cada corretivo (calcário calcítico, calcário dolomítico e gesso agrícola), aplicados na área total (ver requisito 2), dividida pela produção total de soja (ver requisito 3).	kg/ t soja	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.
7.	Consumo de fertilizantes sintéticos*	Quantidade consumida de cada elemento (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O por fonte), aplicados na área total (ver requisito 2), dividida pela produção total de soja (ver requisito 3). Caso a RenovaCalc <sup>MD</sup> não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificá-la no campo “Outros” e informar o teor específico do elemento (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O).	kg elemento/ t soja	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. Cada fonte de fertilizante possui uma quantidade específica de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O (%). Para identificar esta fonte, consultar o rótulo do fertilizante ou documento com especificações técnicas. Após consultar a fonte, utilizar a Tabela do Anexo I deste documento para informar na calculadora a quantidade de cada nutriente. No caso da aplicação de formulados (NPK), também é necessário identificar a fonte e quantidade de cada elemento.
8.	Consumo de fertilizantes orgânicos/ organominerais*	Quantidade consumida de cada elemento (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O por fonte), aplicados na área total (ver requisito 2) dividida pela produção total de soja (ver requisito 3). Caso a RenovaCalc <sup>MD</sup> não apresente como opção a fonte utilizada, o produtor deve especificá-la no campo “Outros” e informar o teor de N de cada fonte.	kg elemento/ t soja	Verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. O teor de N do fertilizante deve ser informado pelo fabricante ou determinado por análise de laboratório
9.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede*	Refere-se ao consumo de combustíveis (soma das operações agrícolas, irrigação, transportes de materiais, deslocamento de pessoas, etc.), na área total (ver requisito 2), dividido pela produção total de soja (ver requisito 3). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul>	L/t soja Nm <sup>3</sup> /t soja kWh/t soja	Para os combustíveis, verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque. Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.

		<p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano próprio</li> <li>• Biometano de terceiros</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR</li> </ul>		
<b>Fase industrial – extração do óleo</b>				
1.	Quantidade de biomassa processada****	<p>Quantidade total anual de biomassa processada. Este parâmetro deve ser reportado em base úmida e informado o teor de umidade.</p> <p>Informar a distância de transporte percorrida pela biomassa do campo até a unidade de extração de óleo, mesmo que passe por etapas intermediárias de armazenagem.</p>	<p>t biomassa primária/ano, em <b>base úmida</b></p> <p>Teor de umidade: %</p> <p>Distância de transporte: km</p>	Verificar NF de compra (se produção de terceiros), controle de estoque e outros registros internos.
2.	Produção de óleo****	Refere-se à massa total de óleo produzido anualmente dividida pela quantidade total anual de biomassa processada (ver requisito 1).	kg óleo/ano	Verificar registros internos e NF de venda (este último registro, no caso de usinas que não integram a produção de óleo e biodiesel).
3.	Produção de coprodutos****	Refere-se à massa total de cada coproduto (torta, farelo, etc.), produzido anualmente, dividida pela quantidade total anual de biomassa processada (ver requisito 1).	Kg coproduto/ano	Verificar NF de venda e registros internos

4.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede****	<p>Refere-se ao consumo total anual de combustíveis e eletricidade.</p> <p>Bagaço, palha, cavaco de madeira, lenha e resíduos florestais devem ser reportados em base úmida e informados seus respectivos teores de umidade.</p> <p>Informar a distância de transporte destes biocombustíveis do fornecedor até a usina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> <p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano próprio</li> <li>• Biometano de terceiros</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR</li> </ul>	<p>kg/t biomassa, <b>em base úmida</b><sup>13</sup></p> <p>Teor de umidade:</p> <p>%</p> <p>L/t biomassa</p> <p>Nm<sup>3</sup>/t biomassa</p> <p>kWh/t biomassa</p> <p>Distância de transporte: km</p>	<p>Para os combustíveis, verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.</p> <p>Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>
<b>Fase industrial – transesterificação</b>				
1.	Integração com a extração de óleo**	A extração de óleo e a produção do biodiesel são realizadas na mesma usina? Em caso negativo, reportar a distância de transporte do óleo do fornecedor até a usina.	SIM/NÃO	Verificar in loco a infraestrutura industrial.

<sup>13</sup> Informar o teor de umidade apenas para os biocombustíveis.

			Distância de transporte: km	
2.	Quantidade de matéria-prima <sup>14</sup> processada	Quantidade total anual de matéria-prima processada, discriminada por fonte. Informar a distância de transporte percorrida pela matéria-prima à unidade de produção.	t matéria-prima/ano Distância de transporte: km	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
3.	Rota de produção	Especificar o tipo de rota de produção: Etílica ou Metílica.	Etílica ou Metílica	Verificar por contra o tipo de álcool informado no requisito 6 desta rota.
4.	Produção de biodiesel	Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de biodiesel produzido anualmente.	L biodiesel/ano	Verificar NF de compra e registros internos.
5.	Produção de glicerina bruta	Refere-se à massa total de glicerina bruta produzida anualmente.	kg/ano	Verificar registros internos
6.	Produção de glicerina purificada	Refere-se à massa total de glicerina purificada produzida anualmente.	kg glicerina /ano	Verificar NF de compra e registros internos.
7.	Consumo de insumos industriais: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metanol</li> <li>• Metilato de sódio</li> <li>• Etanol anidro</li> <li>• Hidróxido de sódio</li> </ul>	Refere-se à massa total de cada insumo industrial consumido anualmente.	kg insumo/ano	Verificar NF de compra e registros internos.

<sup>14</sup> Matérias-primas possíveis: óleo de soja, óleo de palma, óleo de algodão, “outros óleos”, óleo de fritura usado, gordura animal, outros óleos residuais.

8.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	<p>Refere-se ao consumo total anual de combustíveis e eletricidade.</p> <p>Bagaço, palha, cavaco de madeira, lenha e resíduos florestais devem ser reportados em base úmida e informados seus respectivos teores de umidade. Informar a distância de transporte destes biocombustíveis do fornecedor até a usina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> <p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Gás Natural</li> <li>• Biometano próprio</li> <li>• Biometano de terceiros</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR</li> </ul>	<p>kg combustível/ano, em <b>base úmida</b><sup>15</sup></p> <p>Teor de umidade: %</p> <p>L/ano</p> <p>Nm<sup>3</sup>/ano</p> <p>kWh/ano</p> <p>Distância de transporte: km</p>	<p>Para os combustíveis, verificar NF de compra de insumo e controle interno de estoque.</p> <p>Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>
----	--	--	---	---

<sup>15</sup> Informar o teor de umidade apenas para os biocombustíveis.

Tabela 11. Parâmetros solicitados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para a rota de Bioquerosene de aviação por HEFA (Hydro-processed Esters and Fatty Acids) de soja.

	<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Orientações</b>
<b>Fase agrícola - Soja</b>				
Idem à fase agrícola da rota de Biodiesel (Tabela 9)				
<b>Fase industrial - Extração do Óleo</b>				
Idem à fase de extração de óleo da de Biodiesel (Tabela 9)				
<b>Fase industrial</b>				
1.	Integração com a extração de óleo?	A extração do óleo de soja e a produção do bioquerosene são realizadas na mesma usina? Em caso negativo, reportar a distância de transporte do óleo do fornecedor até a usina.	SIM/NÃO  Distância de transporte: km	Verificar in loco a infraestrutura industrial.
2.	Processamento efetivo	Quantidade total anual de óleo processado.	t óleo/ano	Verificar NF de compra, controle de estoque e outros controles internos.
3.	Rendimento de bioquerosene	Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de bioquerosene produzido anualmente dividido pela quantidade anual total de óleo processado (ver requisito 2).	L/t óleo	Verificar registros internos
4.	Rendimento de gasolina verde	Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de gasolina verde produzida anualmente dividido pela quantidade anual total de óleo processado (ver requisito 2).	L/t óleo	Verificar registros internos

5.	Rendimento de diesel verde	Refere-se ao volume total (corrigido para a temperatura de 20 °C) de diesel verde produzido anualmente dividido pela quantidade anual total de óleo processado (ver requisito 2).	L/t óleo	Verificar registros internos
6.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	<p>Refere-se ao consumo total anual de combustíveis e eletricidade dividido pela quantidade anual total de óleo processado (ver requisito 2).</p> <p>Bagaçõ, palha, cavaco de madeira, lenha e resíduos florestais devem ser reportados em base úmida e informados seus respectivos teores de umidade. Além disso, deve-se informar a distância de transporte destes combustíveis do fornecedor até a usina</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> <p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano próprio</li> <li>• Biometano de terceiros</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR</li> </ul>	<p>kg/t óleo, em <b>base úmida</b></p> <p>Teor de umidade: %</p> <p>L/t óleo</p> <p>Nm<sup>3</sup>/t óleo</p> <p>kWh/t óleo</p> <p>Distância de transporte: km</p>	<p>Verificar NF de compra e controles internos. Realizar balanço de massa.</p> <p>Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>

Tabela 12. Parâmetros solicitados na RenovaCalc<sup>MD</sup> para a rota de Biometano de Resíduos.

	<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Orientações</b>
<b>Fase agrícola</b>				
Devido às biomassas utilizadas para produção de Biometano serem consideradas no RenovaBio como resíduos e, por isso, não carregarem carga ambiental, a fase agrícola não é contabilizada nesta rota.				
<b>Fase industrial</b>				
1.	Produção de biometano	Refere-se ao volume total anual de biometano produzido, calculado com base nas condições padrão de pressão e temperatura (101,325 kPa e 273,15 K, respectivamente). Informar o Poder Calorífico Inferior (PCI) do biometano e seu respectivo teor de metano, aferidos antes de qualquer enriquecimento do gás com gás natural, propano ou GLP.	Nm <sup>3</sup> /ano  PCI: MJ/Nm <sup>3</sup>  Teor de metano: %	Verificar NF de venda, controle de estoque e outros registros internos.
2.	Eletricidade comercializada	Refere-se à quantidade total anual de eletricidade comercializada.	kWh/ano	Verificar NF de venda e outros registros internos.
3.	Biomassa (s) processada (s)	Refere-se a quantidade total de cada biomassa processada anualmente para conversão em biometano.  Informar também a distância de transporte da matéria-prima à usina.	t/ano (de cada biomassa)  Distância de transporte: km	Verificar controle de estoque e outros registros internos.
4.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	Refere-se ao consumo de combustíveis e eletricidade no processamento.  Bagaço, palha, cavaco de madeira, lenha e Resíduos florestais devem ser reportados em base úmida e informados seus respectivos teores de umidade	kg/ano, em <b>base úmida</b>	Verificar NF de compra e controles internos. Realizar balanço de massa.



	<p>Além disso, deve-se informar a distância de transporte destes combustíveis do fornecedor até a usina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diesel B8, B10, BX, B20, B30.</li> </ul> <p>Obs. No campo BX, X representa o teor de mistura de biodiesel vigente no ano de referência para o preenchimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiesel B100</li> <li>• Gasolina C</li> <li>• Etanol hidratado</li> <li>• Biometano próprio</li> <li>• Biometano de terceiros</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR</li> </ul>	<p>Teor de umidade: %</p> <p>L/ano</p> <p>Nm<sup>3</sup>/ano</p> <p>kWh/ano</p> <p>Distância de transporte em km</p>	<p>Para eletricidade, verificar consumo de kWh no demonstrativo fornecido pela distribuidora de energia (“conta de luz”). A eletricidade do setor administrativo da usina deve ser considerada na contabilidade.</p>
--	--	--	--

## 8. Cálculo da Intensidade de Carbono dos Biocombustíveis na RenovaCalc<sup>MD</sup>

Após o produtor preencher todos os parâmetros da RenovaCalc<sup>MD</sup>, a ferramenta irá calcular a intensidade de carbono do biocombustível, gerando um índice em “g CO<sub>2</sub>eq./MJ”.

Este processo é feito automaticamente na calculadora a partir de cinco passos principais:

- 1) Adequação dos parâmetros de entrada a um fluxo de referência<sup>16</sup> (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 CO<sub>2</sub>eq”, a partir de fatores de caracterização para cada gás, segundo o GWP100, AR5 do IPCC (2014): CO<sub>2</sub> = 1; CH<sub>4</sub> fóssil = 30; CH<sub>4</sub> biogênico = 28 e N<sub>2</sub>O = 265.
- 5) Adequação do índice à unidade funcional<sup>17</sup> (MJ de biocombustível).

Para realizar os passos acima é necessário processar algumas conversões de unidades de medida. Os índices utilizados nestas conversões são apresentados nas Tabelas 12 e 13.

A intensidade de carbono de cada biocombustível, em g CO<sub>2</sub>eq./MJ, assim calculada, é subtraída daquela do seu combustível fóssil equivalente, segundo a Tabela 14, adotando os valores da Tabela 15.

A diferença obtida corresponde ao potencial de redução de GEE por MJ de combustível consumido em veículos. Este valor gera a Nota de Eficiência Energético-Ambiental que, combinada ao volume de biocombustível produzido, é convertida em CBIO.

---

<sup>16</sup> O fluxo de referência corresponde à medida das saídas de processos de um dado sistema de produto, requerida para realizar a função expressa pela Unidade Funcional (ABNT 2014a).

<sup>17</sup> A Unidade Funcional (UF) consiste no desempenho quantificado de um sistema de produto para uso como unidade de referência (ABNT 2014a).

Tabela 12. Massa específica e poder calorífico inferior (PCI) de combustíveis.

<b>Produto</b>	<b>Massa específica [t/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Poder Calorífico Inferior [MJ/kg]</b>	<b>Referência</b>
Etanol anidro <sup>1</sup>	0,791	28,26	ANP (2017)
Etanol hidratado <sup>1</sup>	0,809	26,38	ANP (2017)
Biodiesel (B100) <sup>1</sup>	0,880	37,68	ANP (2017)
Biometano <sup>2</sup>	0,00076	45,46	RenovaBio
Bioquerosene de aviação (HEFA) <sup>1</sup>	0,735	43,54	KLEIN et al. (2018)
Diesel verde <sup>1</sup>	0,757	42,3	KLEIN et al. (2018)
Gasolina verde <sup>1</sup>	0,678	43,75	KLEIN et al. (2018)
Gasolina A <sup>1</sup>	0,742	43,54	ANP (2017)
Diesel (B0) <sup>1</sup>	0,840	42,29	ANP (2017)
Gás natural <sup>1</sup>	0,00074	36,84	ANP (2017)
Querosene de aviação (QAV) <sup>1</sup>	0,799	43,54	ANP (2017)
GLP <sup>3</sup>	0,552	46,47	ANP (2017)

<sup>1</sup> Massa específica à temperatura de 273,15 K e 101,325 kPa.

<sup>2</sup> Biometano com 96,5% de metano, a 273,15 K e 101,325 kPa.

<sup>3</sup> Massa específica à temperatura de 273,15 K e pressurizado.

Tabela 13. Poder calorífico inferior (PCI) de coprodutos dos processos de produção de óleo e biocombustíveis.

<b>Produto</b>	<b>Poder Calorífico Inferior [MJ/kg]</b>	<b>Referência</b>
Açúcar	16,19	TACO (2011)
DDG – “Dried Distillers Grains”	20,24	Assumido igual ao do DDGS
DDGS – “Dried Distillers Grains with Solubles”	20,24	Aurora et al (2010)
CGM - "Corn Gluten Meal"	18,61	Shapouri et al (2002)
CGF - "Corn Gluten Feed"	18,61	Shapouri et al (2002)
Óleo de milho	37,22	Aurora et al (2010)
Óleo de soja	34,04	Mourad & Walter (2011)
Farelo de soja	15,40	Mourad & Walter (2011)
Glicerina purificada	16,20	Mourad & Walter (2011)

Tabela 14. Biocombustíveis e seus combustíveis fósseis equivalentes.

<b>Biocombustível</b>	<b>Combustível Fóssil Equivalente (CFE)</b>
Etanol	Gasolina
Biodiesel	Diesel
Biometano	Média ponderada, considerando as vendas internas de Diesel, Gasolina e Gás Natural Veicular (ANP, 2018), em unidade energética.
Bioquerosene de aviação	Querosene de aviação

Tabela 15. Intensidade de carbono dos combustíveis fósseis equivalentes (CFE).

<b>Combustível Fóssil Equivalente</b>	<b>Intensidade de Carbono do CFE [g CO<sub>2</sub>eq./MJ]</b>	<b>Referência</b>
Gasolina	87,4	Cavalett et al., 2016
Diesel	86,5	GP2 - USP, 2012
Média entre Gasolina, Diesel e GNV	86,8	GHG Protocol, 2012
Querosene de aviação	87,5	Jong et al., 2017

Respondem pelo conteúdo desta Nota Técnica os autores identificados no início do documento, aqui representados por:



Marcelo A. B. Morandi  
Chefe-Geral, pesquisador, Embrapa Meio Ambiente



Marília I. S. Folegatti Matsuura  
Coordenadora do GT-ACV, pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente

## Apêndice A – Perfil padrão de produção das culturas energéticas

As tabelas A1 a A4, a seguir, apresentam os valores típicos e os valores penalizados, estes últimos adotados para a composição do perfil de produção padrão da produção das biomassas consideradas nas rotas tecnológicas presentes na RenovaCalc<sup>MD</sup>.

Tabela A.1. Valores típicos e valores penalizados para a produção de cana-de-açúcar.<sup>18</sup>

Parâmetro	Valor Típico	Valor Penalizado
Área queimada	18%	100%
Calcário Calcítico ou Dolomítico	5,79 kg/t cana	8,11 kg/t cana
Gesso Agrícola	2,79 kg/t cana	3,91 kg/t cana
Fertilizantes Sintéticos Nitrogenados	1,11 kg N/t cana	1,55 kg N/t cana
Fertilizantes Sintéticos Fosfatados	0,44 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t cana	0,62 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t cana
Fertilizantes Sintéticos Potássicos	1,35 kg K <sub>2</sub> O/t cana	1,88 kg K <sub>2</sub> O/t cana
Fertilizantes Orgânicos Nitrogenados - Vinhaça	440,2 kg N/t cana	616,3 kg N/t cana
Fertilizantes Orgânicos Nitrogenados – Torta de Filtro	30,6 kg N/t cana	42,8 kg N/t cana
Fertilizantes Orgânicos Nitrogenados – Cinzas	7,2 kg N/t cana	10,1 kg N/t cana
Combustíveis (Diesel B8)	3,18 L/t cana	4,45 L/t cana

<sup>18</sup> Válidos para as rotas “Etanol de cana-de-açúcar (1G)”, “Etanol de cana-de-açúcar de primeira e segunda geração em usina integrada (1G2G)”; “Etanol de cana-de-açúcar e milho em usina integrada (“flex”)”.

Tabela A.2. Valores típicos e valores penalizados para a produção de milho<sup>19</sup>

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor Típico</b>	<b>Valor Penalizado</b>
Calcário Calcítico ou Dolomítico	42,3 kg/t milho	105,8 kg/t milho
Sementes	4,6 kg/t milho	11,6 kg/t milho
Fertilizantes Sintéticos Nitrogenados	12,6 kg N/t milho	31,4 kg N/t milho
Fertilizantes Sintéticos Fosfatados	10,9 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t milho	27,3 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t milho
Fertilizantes Sintéticos Potássicos	11,2 kg K <sub>2</sub> O/t milho	28,0 kg K <sub>2</sub> O/t milho
Combustíveis (Diesel B8)	4,8 L/t milho	12,0 L/t milho

Tabela A.3. Valores típicos e valores penalizados para a produção de milho nos Estados Unidos<sup>20</sup>

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor Típico</b>	<b>Valor penalizado</b>
Calcário Calcítico ou Dolomítico	45,3 kg/t milho	113,3 kg/t milho
Fertilizantes Sintéticos Nitrogenados	16,7 kg/t milho	41,8 kg/t milho
Fertilizantes Sintéticos Fosfatados	11,0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t milho	27,5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t milho
Fertilizantes Sintéticos Potássicos	8,0 kg K <sub>2</sub> O/t milho	20,0 kg K <sub>2</sub> O/t milho
Diesel	4,2 L/t milho	10,5 L/t milho
GLP	2,0 L/t milho	4,0 L/t milho
Eletricidade	5 kWh/t milho	12 kWh/t milho

<sup>19</sup> Válidos para as rotas “Etanol de milho em usina dedicada”, “Etanol de cana-de-açúcar e milho em usina integrada (“flex”)”.

<sup>20</sup> Válida para a rota de “Etanol de milho importado”.

Tabela A.4. Valores típicos e valores penalizados para a produção de a soja<sup>21</sup>

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor Típico</b>	<b>Valor penalizado</b>
Calcário Calcítico ou Dolomítico	249,0 kg/t soja	423,3 kg/t soja
Gesso Agrícola	53,3 kg/t soja	90,6 kg/t soja
Sementes	17,39 kg/t soja	29,6 kg/t soja
Fertilizantes Sintéticos Nitrogenados	2,8 kg N/t soja	4,8 kg N/t soja
Fertilizantes Sintéticos Fosfatados	27,2 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t soja	46,3 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t soja
Fertilizantes Sintéticos Potássicos	32,7 kg K <sub>2</sub> O/t soja	55,6 kg K <sub>2</sub> O/t soja
Combustíveis e eletricidade (Diesel B8)	10,7 L/t soja	18,2 L/t soja

---

<sup>21</sup> Válidos para as rotas “Biodiesel”, “Bioquerosene de aviação por HEFA (Hydro-processed Esters and Fatty Acids) de soja”.

## Apêndice B - Composição de N, P, K de fertilizantes químicos

Tabela B1. Composição em nitrogênio, fósforo e potássio de fertilizantes químicos.

Fertilizantes	Composição (%)			Referências
	N	P	K	
Ácido Nítrico diluído	12	0	0	Cool Farm Tool Input Data
Amônia Anidra	82	0	0	Cool Farm Tool Input Data; FERTIPAR (2012);
Bicarbonato de Amônio	18	0	0	Cool Farm Tool Input Data
Cloreto de Amônio	25	0	0	Cool Farm Tool Input Data
Cloreto de Potássio	0	0	59	Cool Farm Tool Input Data; FERTIPAR (2012); Sustainability Quick Check for Biofuels
Fosfato Monoamônico (MAP)	10	51	0	Cool Farm Tool Input Data; FERTIPAR (2012); Sustainability Quick Check for Biofuels
Fosfato diamônico (DAP)	17	46	0	Cool Farm Tool Input Data; Meurer e Gianello (2004); Sustainability Quick Check for Biofuels
Nitrato de Amônio	34	0	0	Cool Farm Tool Input Data; FERTIPAR (2012); Meurer e Gianello (2004); Sustainability Quick Check for Biofuels
Nitrato de Amônio e Cálcio	25	0	0	Cool Farm Tool Input Data; Meurer e Gianello (2004); Sustainability Quick Check for Biofuels
Nitrato de Cálcio	15	0	0	Cool Farm Tool Input Data; Meurer e Gianello (2004); Sustainability Quick Check for Biofuels
Nitrato de Sódio	15	0	0	Meurer e Gianello (2004)
Nitrato Sulfato de Amônio	26	0	0	Cool Farm Tool Input Data
Nitrato de Potássio	13,5	0	44	Cool Farm Tool Input Data; Sustainability Quick Check for Biofuels
Nitrato Fosfato Amônio	8	52		Sustainability Quick Check for Biofuels
“Phosphate Rock”	0	25	0	Cool Farm Tool Input Data
Solução de Nitrato de Amônio e Ureia	32	0	0	Cool Farm Tool Input Data; Sustainability Quick Check for Biofuels
Sulfato de Amônio	20,5	0	0	Cool Farm Tool Input Data; Meurer e Gianello (2004)
Sulfato de Potássio	0	0	49	Cool Farm Tool Input Data; Meurer e Gianello (2004); Sustainability Quick Check for Biofuels
Superfosfato Simples	0	20	0	Cool Farm Tool Input Data; FERTIPAR (2012); Sustainability Quick Check for Biofuels
Superfosfato Triplo	0	46	0	Cool Farm Tool Input Data; Meurer e Gianello (2004); Sustainability Quick Check for Biofuels
Ureia	45	0	0	Cool Farm Tool Input Data; FERTIPAR (2012); Meurer e Gianello (2004); Sustainability Quick Check for Biofuels



## Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (Brasil). **Fatores de conversão, densidades e poderes caloríficos inferiores: valores médios para o ano de 2016**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/?dw=82253>>. Acesso em: 21 mar. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040**: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2014a. 10 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044**: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida: requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2014b.
- ARB. Low carbon fuel standard. [S.l.]: California Environmental Protection Agency, Air Resources Board. Disponível em: <<https://www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/lcfs.htm>>. Acesso em: 06 mar 2017.
- ARORA, S.; WU, M.; WANG, M. Estimated displaced products and ratios of distillers' co-products from corn ethanol plants and the implications of lifecycle analysis. **Biofuels**, v. 1, n. 6, p. 911-922, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14025**: rótulos e declarações ambientais: declarações ambientais do tipo III: princípios e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 29 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/TS 14067**: gases de efeito estufa: pegada de carbono de produtos: requisitos e orientações sobre quantificação e comunicação. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- BRANDER, M. et al. **Consequential and attributional approaches to LCA**: a guide to policy makers with specific reference to greenhouse gas LCA of biofuels. Boston: Econometrica Press, Apr. 2009.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Sustainability of sugarcane bioenergy** - Updated edition. Brasília, DF: 2012. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/atividades/redirect/7724> . Acesso em 11 mar. 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](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/NT%20COP21%20iNDC.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2017.
- FINNVEDEN, G.; HAUSCHILD, M. Z.; EKVALL, T.; GUINÉE, J.; HEIJUNGS, R.; HELLWEG, S.; KOEHLER, A.; PENNINGTON, D.; SUH, S. Recent developments in life cycle assessment. *J Environ. Manag.*, v. 91, n. 1, p. 1–21, 2009.
- FAIST EMMENEGGER, M., REINHARD, J., ZAH, R.: **Sustainability Quick Check for Biofuels** – intermediate background report. With contributions from T. Ziep, R. Weichbrodt, Prof. Dr. V. Wohlgemuth, FHTW Berlin and A. Roches, R. Freiermuth Knuchel, Dr. G. Gaillard, Agroscope Reckenholz-Tänikon. Dübendorf, 2009.
- FERTIPAR, (2012). Composição de fertilizantes brasileiros. Disponível em <<http://www.fertipar.com.br/>> Acesso em: 05 mai. 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

HIRAKURI, M. H. et al. **Sistemas de produção**: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, 2012. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc\\_335-OL.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc_335-OL.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2017.

GOEDKOOP, M.; SPRIENSMA, R. The eco-indicator 99: a damage oriented method for life cycle impact assessment – Methodology Report. Netherlands: Pré Consultants, 2001. 132p. Disponível em: Acesso em: maio. 2014.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **Emissões de GEE do setor de energia, processos industriais e uso de produtos**. [S.l.]: SEEG, 2016. 92p. Disponível em: <FINAL-16-09-23-RelatoriosSEEG-PIUP\_-2.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA **Portaria nº 100, de 07 de março de 2016**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002391.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2016.

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.

JONG et al. Life- cycle analysis of greenhouse gas emissions from renewable jet fuel production. **Biotechnology for Biofuels** (2017) 10:64. DOI 10.1186/s13068-017-0739-7.

JUNGBLUTH et al., 2007. **Life cycle Inventories of Bioenergy**. Ecoinvent report n. 17, Swiss Center for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.

KHATIWADA, D. et al. Accounting greenhouse gas emissions in the lifecycle of Brazilian sugarcane bioethanol: methodological references in European and American regulations. **Energy Policy**, 47, 384-397, 2012. (doi 10.1016/j.enpol.2012.05.005).

KLEIN, B. C. et al. Techno-economic and environmental assessment of renewable jet fuel production in integrated Brazilian sugarcane biorefineries. **Applied Energy**, n. 209, p. 290–305, 2018.

LIMA, D. M.; PADOVANI, R. M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; FARFÁN, J. A.; NONATO, C. T.; LIMA, M. T. de. **Tabela brasileira de composição de alimentos**: TACO. 4. ed. rev. ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

MEURER, E. J.; GIANELLO, C. Fertilizantes e formulações comerciais. In: Carlos Alberto Bissani; Clesio Gianello; Marino José Tedesco; Flávio A. O. Camargo. (Org.). *Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas*. 1ed. Porto Alegre: Departamento de Solos-UFRGS / Genesis, 2004, p. 239-249. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **RenovaBio**: diretrizes estratégicas para bicomustíveis. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p\\_p\\_id=consultapublicaexterna\\_WAR\\_consultapublicaportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&consultapublicaexterna\\_WAR\\_consultapublicaportlet\\_consultaId=26&consultapublicaexterna\\_WAR\\_consultapublicaportlet\\_mvcPath=%2Fhtml%2Fpublico%2Fda-dosConsultaPublica.jsp](http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet_consultaId=26&consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet_mvcPath=%2Fhtml%2Fpublico%2Fda-dosConsultaPublica.jsp)>. Acesso em 06 mar. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha energética brasileira**: exercício de 2015. Ed. maio de 2016). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+2016+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/66e011cef34b-419e-adf1-8a3853c95fd4?version=1.1>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

MOURAD, A. L.; WALTER, A. The energy balance of soybean biodiesel in Brasil: a case study. **Biofuels, Bioproducts & Biorefining**, v. 5, n. 2, p. 185-197, 2011.

NEMECEK, T. et al. Comparing farming systems at crop rotation level by LCA. **Proceedings of the International Conference on LCA in Foods**, p. 65-69, 2001.

NEMECEK, T. KAGI, T. **Life cycle inventories of swiss and european agricultural production systems**: final report: Data v.2.0 (2007): Ecoinvent report, n. 15a. 2. ed. 2007. Zurich, Dubendorf: Ecoinvent Centre, 2007. 360 p. Disponível em: <[https://db.ecoinvent.org/reports/15\\_Agriculture.pdf](https://db.ecoinvent.org/reports/15_Agriculture.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2016.

NEMECEK, T.; SCHNETZER, J. **Methods of assessment of direct field emissions for LCIs of agricultural production system**. Zurich: Ecoinvent Centre, 2011. Disponível em: <[file:///C:/Users/Cleo2/Downloads/ART%202012%20-%20Methods%20of%20assessment%20of%20direct%20field%20emissions%20for%20agricultural%20systems%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Cleo2/Downloads/ART%202012%20-%20Methods%20of%20assessment%20of%20direct%20field%20emissions%20for%20agricultural%20systems%20(1).pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2016.

ROUNDTABLE ON SUSTAINABLE BIOMATERIALS, 2017. **RSB-STD-11-001-vers.3.1**-RSB Standard for EU market access.

SHAPOURI, H.; DUFFIEL, J. A.; WANG, M. **The energy balance of corn ethanol**: an update. Washington, DC: USDA, 2002. 15 p. (Agricultural Economic Report, 813).

UNIÃO EUROPEIA. **Directiva 2009/30/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009**. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:02009L0030-20160610>>. Acesso em: 06 mar. 2017.

UNILEVER, 2011. **Cool farm tool** (v1.1; Unilever, Sustainable Food Laboratory, & University of Aberdeen computer software).

WEIDEMA, B.P. et al. **Overview and methodology e data quality guideline for the Ecoinvent database**: version 3: Ecoinvent report 1(v3). [S.l.]: The Ecoinvent Centre, 2003.

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](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.