

 anp	RENOVACALC – ROTA HEFA
	Documento Técnico - Premissas Metodológicas

Rota	Biocombustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA)
Versão atual da RenovaCalc	v.7
Documentos associados	Documento Técnico - Rota HEFA – Soja.pdf RenovaCalc_CombAlterHEFA.xlsx
Orientações para citação da Renovacalc	AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. RenovaCalc. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/renovacalc . Incluir data de acesso.

Disclaimer: "Este conjunto de planilhas compõe a calculadora para estimar a Intensidade de Carbono e a Nota de Eficiência Energético Ambiental de biocombustíveis no Programa RenovaBio, não estando autorizado o seu uso para outro fim sem a concordância expressa dos seus autores".

	RENOVACALC – ROTA HEFA
	Documento Técnico - Premissas Metodológicas

1. Introdução

A **RenovaCalc** para o biocombustíveis alternativos produzidos a partir da conversão de ésteres e ácidos graxos hidroprocessados, foi lançada em conjunto com a Resolução ANP Nº 758, de 23 de novembro de 2018 (DOU de 27 de novembro de 2018). O Anexo I, da referida Resolução, apresentava a metodologia de cálculo e os campos obrigatórios de preenchimento da calculadora.

Posteriormente, a **RenovaCalc** com rota de biocombustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA) de soja foi submetida a uma revisão técnica, considerando a publicação da Resolução ANP nº 984/2025.

Essa revisão decorreu, principalmente, das atualizações metodológicas consolidadas no documento técnico “Renovacalc - Premissas Metodológicas para Cálculo da Nota de Eficiência Energético Ambiental”, bem como da necessidade de efetuar correções pontuais no modelo. O presente documento detalha a versão revisada da calculadora para a rota de produção de **biocombustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA)**, desenvolvida em conformidade com os parâmetros estabelecidos no documento técnico “Renovacalc - Premissas Metodológicas para Cálculo da Nota de Eficiência Energético Ambiental” e com base na classificação de resíduos e subprodutos.

2. Principais Alterações Realizadas

2.1. Aba RENOVCALC_HEFA

- Revisão e correção de comentários informativos sobre a entrada de valores, que estavam trocados.
- Adição de avisos informativos para lembrar o usuário de preencher os campos “PCI do biogás” e “Teor de Biodiesel”.
- Alteração das unidades da fase industrial substituindo a divisão “tonelada de óleo/ano” por “tonelada de óleo/período”, garantindo maior adaptabilidade à realidade operacional de diferentes usinas.
- Inclusão do campo de informação sobre o período de certificação.

Disclaimer: "Este conjunto de planilhas compõe a calculadora para estimar a Intensidade de Carbono e a Nota de Eficiência Energético Ambiental de biocombustíveis no Programa RenovaBio, não estando autorizado o seu uso para outro fim sem a concordância expressa dos seus autores".

- Apresentação dos dados agrícolas consolidados em dois conjuntos distintos: perfil primário e perfil penalizado.
- Inclusão de novas matérias-primas (outros óleos) utilizadas no processamento da produção dos combustíveis alternativos, como óleo de palma, óleo de algodão, outros óleos vegetais, óleo de fritura usado, gordura animal e outros óleos residuais.
- Inserção de um novo insumo industrial: Hidrogênio certificado e a Intensidade de Carbono média desse H₂ certificado.
- Atualização dos produtos comercializados pela rota, adicionando o rendimento da Nafta, em toneladas, por período de certificação. Além disso, o termo “diesel alternativo” também foi corrigido para a nomenclatura mais correta “diesel verde”.
- Correção das legendas explicativas.
- Acréscimo do Óleo Técnico de Milho como entrada de matéria-prima da produção de bioquerosene, sendo considerado apenas as emissões do transporte, por se tratar de um subproduto (proveniente das usinas de etanol de milho e sorgo).

2.2. ABA _BIOQAVHEFA

- Correção da fórmula de consumo de gás natural, e da queima de etanol anidro, hidratado e biometano.
- Organização das entradas com base em toneladas de soja (próprio e de terceiros), nos casos que estavam por período, para padronização dos cálculos.
- Inserção de nova coluna para indicar a unidade por período e outra com valores normalizados por tonelada de biomassa.
- Padronização das unidades de medida em todos os módulos para facilitar a implementação das equações.
- Inclusão da linha de cálculo para emissões de background do Silicato de Cálcio e Magnésio e do insumo industrial Hidrogênio certificado.
- Atualização dos agroquímicos na fase agrícola, com destaque para os insumos de soja, que são adaptados por estado.
- Inserção dos cálculos de emissões da fase agrícola de forma ponderada entre os perfis primário e penalizado, em função da produção total de cada.
- Atualização dos valores de entrada para processamento dos grãos, com e sem secagem.

Disclaimer: "Este conjunto de planilhas compõe a calculadora para estimar a Intensidade de Carbono e a Nota de Eficiência Energético Ambiental de biocombustíveis no Programa RenovaBio, não estando autorizado o seu uso para outro fim sem a concordância expressa dos seus autores".

	RENOVACALC – ROTA HEFA
	Documento Técnico - Premissas Metodológicas

- Inclusão dos cálculos para as novas matérias-primas, considerando média ponderada e a fração elegível de cada uma delas.
- Inclusão da linha de cálculo para emissões do processo de renderização do sebo usado na produção do biodiesel e biocombustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA). O sebo foi classificado como subproduto, implicando na necessidade de contabilizar as emissões a partir do ponto de coleta para o seu reaproveitamento.
- Correção na equação dos transportes de biomassas usadas como combustível, antes os cálculos estavam considerando as entradas de biomassa em base seca, e agora foram atualizadas considerando base úmida.

2.3. ABA _DADOS AUXILIARES

- Atualização da unidade dos parâmetros de massa específica e poder calorífico inferior (PCI), com inclusão da notação Nm³ para biogás e gás natural.
- Substituição das fontes de dados para a versão ecoinvent 3.11, garantindo maior atualidade e confiabilidade.
- Atualização da tabela de PCI com novos valores para biometano e gás natural, incluindo referência bibliográfica revisada.
- Adição do PCI das novas matérias-primas/insumos, padronizando com as outras rotas dentro da RenovaCalc.
- Atualização dos fatores de emissões dos GEEs, de acordo com IPCC 2021 – AR6 (documento técnico “Renovacalc - Premissas Metodológicas para Cálculo da Nota de Eficiência Energético Ambiental”).
- Inclusão do *dataset* de renderização do sebo. A explicação de como o *dataset* foi estimado está no Anexo I.

2.4. ABA _EMISSOES

- Atualização dos fatores de emissões para resíduos culturais, fertilizantes minerais e orgânicos com base no IPCC 2021.

Disclaimer: "Este conjunto de planilhas compõe a calculadora para estimar a Intensidade de Carbono e a Nota de Eficiência Energético Ambiental de biocombustíveis no Programa RenovaBio, não estando autorizado o seu uso para outro fim sem a concordância expressa dos seus autores".

	RENOVACALC – ROTA HEFA
	Documento Técnico - Premissas Metodológicas

- Inserção da tabela de Composição em nitrogênio, fósforo e potássio de fertilizantes químicos (MAPA (2018) Instrução Normativa nº 39, de 8 de agosto de 2018), para ser utilizada em alguns cálculos que necessitam dessa composição.

2.5. ABA_FEQUEIMACOMB

- Inclusão dos valores atualizados de biometano e gás natural.
- Adição de tabela de emissões de CO₂ fóssil associadas ao metanol presente no biodiesel, com atualização dos respectivos valores nas demais tabelas.
- Exclusão das linhas não utilizadas relacionadas aos fatores de emissão por queima de combustíveis em caldeiras (valores em kg e Nm³), mantendo apenas a linha com base energética (MJ), com objetivo de padronização e clareza dos dados utilizados.
- Atualização dos valores das misturas dos combustíveis vigentes, de acordo com a Lei do Combustível do Futuro, sancionada em outubro de 2024 (Lei 14.993/2024), sendo o uso de gasolina E30 (30% etanol) e diesel B15 (15% biodiesel).

2.6. ABA_DADOS_AGR_PRIMARIO_SOJA

- Inclusão da coluna “Estado referente aos dados fornecidos”.
- Inclusão da coluna “Silicato de cálcio e magnésio” dentro dos corretivos usados no campo.
- Atualização dos fatores de emissões para resíduos culturais, fertilizantes minerais e orgânicos com base no IPCC 2021.
- Atualização dos valores de agroquímicos usados para a cultura da soja, com base no levantamento realizado, com consulta a especialistas, pela Embrapa Meio Ambiente em conjunto com a Embrapa Cerrados. As doses serão calculadas de acordo com o valor individual ao estado correspondente, multiplicado pela área de ocupação, ou seja, kg de ingrediente ativo por hectare. Lembrando, que para o Estado que não possui um estudo específico dentro desse levantamento de dados realizado, foi feito uma média ponderada nacional (BR), utilizando-se os perfis regionalizados e suas contribuições.

Disclaimer: "Este conjunto de planilhas compõe a calculadora para estimar a Intensidade de Carbono e a Nota de Eficiência Energético Ambiental de biocombustíveis no Programa RenovaBio, não estando autorizado o seu uso para outro fim sem a concordância expressa dos seus autores".

	RENOVACALC – ROTA HEFA
	Documento Técnico - Premissas Metodológicas

2.7. ABA DADOS_AGR_PENALIZADO_SOJA

A antiga aba denominada Dados_Agrícolas_Padrão foi renomeada para DADOS_AGRICOLAS_PENALIZADO. A forma de inserção dos dados também mudou. Agora o usuário irá preencher, além das Informações Gerais solicitadas, qual o estado está localizado aquele produtor. A escolha do estado irá permitir que a ferramenta utilize para os cálculos das emissões os dados agrícolas regionalizados para a cultura de soja, ao invés de usar um dado padrão como era feito anteriormente. Os perfis regionalizados de produção de soja para cada estado podem ser consultados na [página da ANP](#).

Da mesma forma como foi feito para o perfil padrão, os dados regionalizados também foram penalizados. O que difere na versão atual da RenovaCalc é que a penalização foi aplicada no valor da intensidade de carbono calculada para o perfil regionalizado e não em cima da quantidade dos insumos, como era feita na versão anterior.

Para termos os valores penalizados por estado, os cálculos da intensidade de carbono foram divididos em duas partes: uma parte que depende das quantidades regionalizadas dos insumos, e a outra parte que depende dos dados contidos no campo de Informações Gerais da calculadora (área, produção, impurezas, etc.).

Uma nova aba, denominada _REGIONALIZAÇÃO, foi criada de forma a calcular a intensidade de carbono decorrente da utilização dos insumos, que são valores pré-estabelecidos, para cada estado.

Já a parte dos cálculos que considera os dados contidos no campo de Informações Gerais da calculadora (área, produção, impurezas, etc.) continua sendo feita na aba “DADOS_AGRICOLAS_PENALIZADO”. Quando o usuário seleciona o Estado referente a Unidade Produtora de biomassa a calculadora busca as informações calculadas na aba regionalização (Emissões background e de processo do perfil regional) e soma com as informações calculadas na própria aba (emissões do processo relacionadas aos restos culturais + queima) e das emissões de background relacionadas ao uso dos pesticidas.

Disclaimer: "Este conjunto de planilhas compõe a calculadora para estimar a Intensidade de Carbono e a Nota de Eficiência Energético Ambiental de biocombustíveis no Programa RenovaBio, não estando autorizado o seu uso para outro fim sem a concordância expressa dos seus autores".

	RENOVACALC – ROTA HEFA
	Documento Técnico - Premissas Metodológicas

2.8. ABA DADOS_PRIMARIOS_OLEO

Essa aba deve ser preenchida pelo usuário, quando a unidade de produção de Biocombustíveis alternativos utiliza-se da compra de óleos terceiros. Dessa forma, viu-se a necessidade de ampliar essa opção, de modo a abranger os óleos de terceiros com cultivo de soja dados primários e dados penalizados. Assim, a aba “DADOS_PRIMARIOS_OLEO” foi renomeada e atualizada com a criação de três abas para contemplar esse tipo de preenchimento:

- OLEO_SOJA_DADOS_AGR_PRIMARIO;
- OLEO_SOJA_DADOS_AGR_PENALIZADO;
- CONSOLIDADO_OLEO

As abas indicadas para o preenchimento de óleos de terceiros seguirão as mesmas primícias das abas para fase agrícola, ou seja, **oleo_dados_agricolas_primarios** serão de preenchimento individual do usuário da fase agrícola e da fase industrial da extração do óleo; enquanto **oleo_dados_agricolas_penalizado** terá a parte da fase agrícola preenchida de forma automática, de acordo com o estado regionalizado, necessitando apenas do preenchimento individual da fase industrial da extração do óleo.

2.9. ABA CONSOLIDADO_OLEO

- Inserção dos fornecedores de óleo de soja de terceiros adquirido pela unidade produtora de biocombustíveis alternativos.
- Essa aba consolida todos os fornecedores de óleos de terceiros, de forma abrangente, ou seja, realiza uma média ponderada do volume total adquirido pela unidade produtora de biocombustíveis alternativos em função do impacto médio da produção desses óleos (consolida todos os óleos de soja, provenientes de fase agrícola primário e/ou penalizado).
- Ajuste na equação dos dados consolidados do óleo de terceiros que antes era uma soma simples das médias ponderadas da distância, agora a fórmula refere-se à soma das médias ponderadas das distâncias em relação ao volume produzido em dados agrícolas e dados penalizados.

Disclaimer: "Este conjunto de planilhas compõe a calculadora para estimar a Intensidade de Carbono e a Nota de Eficiência Energético Ambiental de biocombustíveis no Programa RenovaBio, não estando autorizado o seu uso para outro fim sem a concordância expressa dos seus autores".

	RENOVACALC – ROTA HEFA
	Documento Técnico - Premissas Metodológicas

2.10. Ajustes adicionais

- Adição da função SEERRO, alinhando-se à lógica dos cálculos.
- Correção no cálculo do consumo de biodiesel, anteriormente igual ao do diesel.
- Correção das fórmulas de emissões, convertendo as unidades de tonelada para quilograma (multiplicação por 1.000), em conformidade com os dados da aba _FEQUEIMACOMB.
- Ajustes semelhantes nas fórmulas que utilizam dados da aba _DADOSAUXILIARES, garantindo coerência de unidades (ton → kg).

3. Informações para cálculo da Nota de Eficiência Energético Ambiental

As Tabelas 01-05 apresentam os parâmetros declaratórios exigidos de produtores e importadores de biocombustíveis, utilizados no cálculo da Nota de Eficiência Energético-Ambiental (NEEA). Esses dados são essenciais para a determinação da intensidade de carbono de biocombustíveis alternativos, sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA), conforme metodologia da RenovaCalc.

Cada parâmetro listado está devidamente descrito e caracterizado na tabela, incluindo unidade de medida, escopo do dado e forma de declaração pelo agente regulado. Ajustes semelhantes nas fórmulas que utilizam dados da aba _DADOSAUXILIARES, garantindo coerência de unidades (ton → kg).

Disclaimer: "Este conjunto de planilhas compõe a calculadora para estimar a Intensidade de Carbono e a Nota de Eficiência Energético Ambiental de biocombustíveis no Programa RenovaBio, não estando autorizado o seu uso para outro fim sem a concordância expressa dos seus autores".

Tabela 1. Informações declaradas para o cálculo da intensidade de carbono da produção de biocombustíveis alternativos, rota HEFA (fase agrícola dados primários – soja).

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Obrigatoriedade
Processamento e rendimentos				
1.	Sistema de plantio	Convencional: Envolve o preparo de solo primário, que consiste em operações mais profundas, normalmente realizadas com arado, que visam ao rompimento de camadas compactadas de solo e à eliminação ou enterro 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. Direto (com rotação ou sucessão de culturas): Plantio direto é o sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido. Abre-se um pequeno sulco (ou cova) de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura da semente com solo. <u>Rotação de culturas</u> é a alternância ordenada e regular no cultivo de diferentes espécies vegetais em sequência temporal	N.A.	

		numa determinada área. <u>Sucessão de culturas</u> consiste em alternar culturas, sem ordenamento e regularidade das espécies empregadas. Mínimo/Reduzido: sistema no qual se utiliza menor mobilização do solo, quando comparado ao sistema convencional. A semeadura é realizada diretamente sobre a cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem o revolvimento do solo.		
2.	Área total	Área total da unidade de produção, ou seja, soma das áreas de plantio e colheita.	ha	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
3.	Produção total	Quantidade total de produto produzido na área total de produção (requisito 2).	t biomassa, em base úmida	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
4.	Quantidade comprada pela unidade produtora de biocombustível	Quantidade total de produto entregue à unidade produtora de biocombustível.	t biomassa, em base úmida	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
5.	Umidade	Refere-se ao teor médio de umidade da biomassa.	%	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.

6.	Estado referente aos dados fornecidos	Refere-se ao estado brasileiro de origem do cultivo: AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RN, RO, RR, RS, SC, SE, SP, TO.	N.A.	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
7.	Consumo de corretivos	Quantidade consumida de cada corretivo (calcário calcítico, calcário dolomítico, silicato de cálcio e magnésio e gesso agrícola), dividida pela quantidade total produzida (requisito 4).	kg/ t biomassa	Informação constante no “perfil penalizado”.
8.	Consumo de fertilizantes sintéticos	Quantidade consumida de cada elemento (N, P ₂ O ₅ e K ₂ O por fonte), aplicados na área total (requisito 2), dividida pela quantidade total de biomassa (requisito 4).	kg elemento / t biomassa	Informação constante no “perfil penalizado”.
9.	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 (requisito 2), dividida pela quantidade total de biomassa (requisito 4). Informar o teor de Nitrogênio em cada fonte.	kg ou 1 / t biomassa, Teor de nitrogênio: g N/kg ou g N/L	Informação constante no “perfil penalizado”.
10.	Consumo de combustíveis e eletricidade da rede	Refere-se ao consumo de combustíveis (soma das operações agrícolas, irrigação, transportes da cana,	L/ t biomassa Nm ³ / t biomassa	Informação constante no “perfil penalizado”.

		palha, vinhaça, torta de filtro, cinzas, deslocamento de pessoas etc.), na área total (requisito 2), dividido pela quantidade total de biomassa (requisito 4). Devem ser contabilizados os combustíveis próprios e de terceiros (por exemplo, se a colheita da cana é terceirizada, o combustível utilizado para essa operação deve ser contabilizado pela usina ou fornecedor que contratou esse serviço). Diesel B10, B11, B12, BX, Biodiesel, Gasolina C, Etanol hidratado, Biometano, Eletricidade por fonte (Biomassa; PCH; Eólica; Solar) ou Mix BR	kWh/ t _{biomassa}	
--	--	---	----------------------------	--

Tabela 2. Informações declaradas para o cálculo da intensidade de carbono da produção de biocombustíveis alternativos, rota HEFA (fase agrícola dados penalizados – soja).

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Obrigatoriedade
Processamento e rendimentos				
1.	Sistema de plantio	Convencional: Envolve o preparo de solo primário, que consiste em operações mais profundas, normalmente realizadas com arado, que visam ao rompimento de camadas compactadas de solo e à eliminação ou enterro da cobertura vegetal. No	N.A.	

		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. Direto (com rotação ou sucessão de culturas): Plantio direto é o sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido. Abre-se um pequeno sulco (ou cova) de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura da semente com solo. <u>Rotação de culturas</u> é a alternância ordenada e regular no cultivo de diferentes espécies vegetais em sequência temporal numa determinada área. <u>Sucessão de culturas</u> consiste em alternar culturas, sem ordenamento e regularidade das espécies empregadas. Mínimo/Reduzido: sistema no qual se utiliza menor mobilização do solo, quando comparado ao sistema convencional. A semeadura é realizada diretamente sobre a cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem o revolvimento do solo.		
--	--	--	--	--

2.	Área total	Área total da unidade de produção, ou seja, soma das áreas de plantio e colheita.	ha	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
3.	Produção total	Quantidade total de produto produzido na área total de produção (requisito 2).	t biomassa, em base úmida	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
4.	Quantidade comprada pela unidade produtora de biocombustível	Quantidade total de produto entregue à unidade produtora de biocombustível.	t biomassa, em base úmida	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
5.	Umidade	Refere-se ao teor médio de umidade da biomassa.	%	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
6.	Estado referente aos dados fornecidos	Refere-se ao estado brasileiro de origem do cultivo: AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RN, RO, RR, RS, SC, SE, SP, TO.	N.A.	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.

Tabela 3. Informações declaradas para o cálculo da intensidade de carbono da extração de óleo próprio (fase industrial – soja, aba _RENOVACALC_HEFA).

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Obrigatoriedade
Processamento e rendimentos				
1.	Processamento efetivo – matéria-prima (soja)	Refere-se à quantidade total de matéria-prima processada no período de certificação.	t soja / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total processada, independente do atendimento aos critérios de elegibilidade.
2.	Distância de transporte – matéria-prima (soja)	Distância média ponderada de transporte percorrida pela matéria-prima da unidade de extração até a usina.	km	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total consumida.
3.	Rendimentos – outros	Refere-se à massa total dos rendimentos à partir da fase industrial (óleo de soja, farelo de soja, concentrado proteico, melaço de soja, casca de soja, lecitina de soja) produzida no período de certificação.	t rendimentos / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total de rendimentos.

Combustíveis e eletricidade				
1.	Consumo de eletricidade (Mix Médio, PCH, Biomassa, Eólica, Solar)	Refere-se ao consumo total de eletricidade, por fonte para a produção de biocombustível.	MWh / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total consumida.
2.	Consumo de combustíveis	Refere-se ao consumo total de combustíveis, por fonte. (Diesel, Biodiesel, Óleo combustível, Etanol hidratado próprio, Etanol anidro próprio, Biogás de terceiros, Biogás próprio*, Gás natural) <i>* Biogás próprio refere-se ao biogás produzido na mesma unidade de produção, usando resíduos disponíveis nessa unidade</i>	m ³ / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total consumida.
3.	Biocombustíveis adquiridos de terceiros	Quantidade consumida de bagaço, palha, cavaco de madeira, lenha e resíduos florestais, em base úmida, processada. Informar a umidade desses biocombustíveis. Além disso, deve-se informar a distância de transporte desses biocombustíveis do fornecedor até a usina.	ton, em base úmida Teor de umidade: % Distância de transporte: km	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total consumida.

Tabela 4. Informações declaradas para o cálculo da intensidade de carbono da extração de óleo de terceiros (fase industrial - soja).

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Obrigatoriedade
Informações iniciais				
1.	Volume anual de óleo de soja adquirido pela unidade produtora de biocombustíveis alternativos (HEFA)	Refere-se ao volume de óleo de soja adquirido pela unidade produtora de biocombustível.	t / ano	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
2.	Distância do transporte do óleo adquirido pela unidade produtora de biocombustíveis alternativos (HEFA)	Distância do transporte percorrido entre o óleo de soja de terceiro da unidade de extração até a indústria.	km	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
Fase agrícola				
1.	Sistema de plantio	Convencional: Envolve o preparo de solo primário, que consiste em operações mais profundas, normalmente realizadas com arado, que visam ao rompimento de camadas compactadas de solo e à eliminação ou enterro da cobertura vegetal. No preparo secundário, as operações são mais superficiais, utilizando - se grades ou plainas para nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais,	N.A.	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.

		incorporar agroquímicos e eliminar plantas daninhas. A semeadura é a lanço ou em linha. Direto (com rotação ou sucessão de culturas): Plantio direto é o sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido. Abre-se um pequeno sulco (ou cova) de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura da semente com solo. <u>Rotação de culturas</u> é a alternância ordenada e regular no cultivo de diferentes espécies vegetais em sequência temporal numa determinada área. <u>Sucessão de culturas</u> consiste em alternar culturas, sem ordenamento e regularidade das espécies empregadas. Mínimo/Reduzido: sistema no qual se utiliza menor mobilização do solo, quando comparado ao sistema convencional. A semeadura é realizada diretamente sobre a cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem o revolvimento do solo.		
2.	Área total	Área total da unidade de produção, ou seja, soma das áreas de plantio e colheita.	ha	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.

3.	Produção total	Quantidade total de produto produzido na área total de produção (requisito 2).	t _{biomassa} , em base úmida	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
4.	Quantidade comprada pela unidade produtora de biocombustível	Quantidade total de produto entregue à unidade produtora de biocombustível.	t _{biomassa} , em base úmida	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
5.	Umidade	Refere-se ao teor médio de umidade da biomassa.	%	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
6.	Estado referente aos dados fornecidos	Refere-se ao estado brasileiro de origem do cultivo: AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RN, RO, RR, RS, SC, SE, SP, TO.	N.A.	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
7.	Insumos: Corretivos, Sementes, Fertilizantes, Combustíveis e Eletricidade	Óleo dados agrícolas primários - soja: preencher individualmente cada um dos insumos, seguindo instruções da Tabela 1. Óleo dados agrícolas penalizados - soja: preenchimento automático, de acordo com o estado especificado, seguindo instruções da Tabela 2.	kg / t _{biomassa} kg N/t _{biomassa} L /t _{biomassa} kWh /t _{biomassa}	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
Fase industrial - extração óleo de terceiros				
1.	Processamentos e rendimentos	Soja: Processamento efetivo de soja (total de grãos); Umidade; Distância de transporte; Rendimento de	t _{biomassa} kg / t _{biomassa} km	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.

		óleo, farelo, concentrado proteico, melaço, casca e pectina de soja.	%	
2.	Consumo de combustíveis	Refere-se ao consumo total de combustíveis, por fonte. (Diesel, Biodiesel, Óleo combustível, Etanol hidratado próprio, Etanol anidro próprio, Biogás de terceiros, Biogás próprio*, Gás natural) <i>* Biogás próprio refere-se ao biogás produzido na mesma unidade de produção, usando resíduos disponíveis nessa unidade.</i>	L / t_{biomassa} Nm³ / t_{biomassa}	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
3.	Consumo de eletricidade (Mix Médio, PCH, Biomassa, Eólica, Solar)	Refere-se ao consumo total de eletricidade, por fonte para a extração dos óleos de terceiros.	kWh / t_{biomassa}	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.
4.	Biocombustíveis adquiridos de terceiros	Quantidade consumida de cavaco de madeira, lenha, resíduos florestais, bagaço e palha de cana, em base úmida, processada. Informar a umidade desses biocombustíveis. Além disso, deve-se informar a distância de transporte desses biocombustíveis do fornecedor até a usina.	ton, em base úmida Teor de umidade: % Distância de transporte: km	Informação obrigatória para todos os produtores de biomassa elegíveis.

Tabela 5. Informações declaradas para o cálculo da intensidade de carbono da produção de biocombustíveis alternativos (HEFA) (fase industrial, aba RENOVACALC_HEFA).

	Parâmetro	Descrição	Unidade	Obrigatoriedade
Processamento				
1.	Processamento efetivo de óleo (óleo de soja próprio ou de terceiros; óleo de palma; óleo de algodão; outros óleos vegetais; óleo de fritura usado; gordura animal; outros óleos residuais)	Óleos próprios: Refere-se à quantidade total de óleo de soja processado no período de certificação. Óleo próprio de soja refere-se ao óleo produzido na mesma unidade de produção. Óleos de terceiros: Refere-se à quantidade total de óleo adquirido pela unidade de produção anualmente.	t óleo de soja / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total processada, independente do atendimento aos critérios de elegibilidade.
2.	Distância de transporte – óleo (óleo de soja próprio ou de terceiros; óleo de palma; óleo de algodão; e outros óleos vegetais)	Distância média ponderada de transporte do óleo do fornecedor até a usina.	Km	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total consumida.
3.	Fração elegível dessa matéria-prima (óleo de soja próprio ou de terceiros;	Inserir a fração elegível dessa matéria-prima	%	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total

	óleo de palma; óleo de algodão; outros óleos vegetais; óleo de fritura usado; gordura animal; outros óleos residuais)			processada, independente do atendimento aos critérios de elegibilidade.
Rendimentos				
1.	Rendimento - Bioquerosene	Refere-se à massa total de bioquerosene produzido por período de certificação.	t / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total de rendimento.
2.	Rendimento – Gasolina Alternativa	Refere-se à massa total de gasolina renovável produzido por período de certificação.	t / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total de rendimento.
3.	Rendimento – Diesel Verde	Refere-se à massa total de diesel renovável produzido por período de certificação.	t / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total de rendimento.
4.	Rendimento – Nafta	Refere-se à massa total de nafta produzida por período de certificação.	t / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a

				quantidade total de rendimento.
5.	Rendimento – Gás combustível alternativo	Refere-se à massa total de gás liquefeito produzido por período de certificação.	t / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total de rendimento.
6.	Rendimento – Energia Elétrica Comercializada	Refere-se à massa total de eletricidade comercializada por período de certificação.	MWh / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total de rendimento.
Insumos				
1.	Hidrogênio Fóssil	Refere-se à quantidade total de hidrogênio fóssil consumida por período de certificação.	t / período	Informação obrigatória.
2.	Hidrogênio Certificado	Refere-se à quantidade total de hidrogênio certificado consumida por período de certificação.	t / período	Informação obrigatória.
3.	Intensidade de Carbono média do H ₂ certificado	Informe a Intensidade de Carbono média do hidrogênio certificado adquirido pela unidade produtora de bioquerosene.	g CO ₂ eq/kg H ₂	Informação obrigatória.
Combustíveis e eletricidade				

1.	Consumo de eletricidade (Mix Médio, PCH, Biomassa, Eólica, Solar)	Refere-se ao consumo total de eletricidade, por fonte para a produção de biocombustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA).	MWh / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total consumida.
2.	Consumo de combustíveis (Diesel, Biodiesel, Óleo combustível, Etanol hidratado próprio, Etanol anidro próprio, Biogás de terceiros, Biogás próprio*, Gás natural)	Refere-se ao consumo total de combustíveis, por fonte. <i>* Biogás próprio refere-se ao biogás produzido na mesma unidade de produção, usando resíduos disponíveis nessa unidade.</i>	m³ / período	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total consumida.
3.	Biocombustíveis adquiridos de terceiros	Quantidade consumida de bagaço, palha, cavaco de madeira, lenha e resíduos florestais, em base úmida, processada. Informar a umidade desses biocombustíveis. Além disso, deve-se informar a distância de transporte desses biocombustíveis do fornecedor até a usina.	ton, em base úmida Teor de umidade: % Distância de transporte: km	Informação obrigatória. Deverá ser informada a quantidade total consumida.

Anexo I - Inclusão da etapa de renderização de sebo

A aplicação da árvore de decisão proposta para classificação dos substratos no contexto do RenovaBio (metodologia apresentada no documento Nota Técnica “[Resíduos no Âmbito do RenovaBio: Árvore de Decisão](#)”) classificou a matéria prima “gordura animal bruta (não renderizada)” como “subproduto” (conforme apresentado no documento “[Mapeamento das rotas de substratos na RenovaCalc: situação atual e após aplicação de árvores de decisão](#)”).

Conforme a metodologia preconiza, os subprodutos são fluxos que não carregam carga ambiental da etapa produtiva anterior (neste caso a produção da carne), e os impactos passam a ser contabilizados apenas a partir do ponto de coleta ou reaproveitamento. Os impactos da etapa de transporte já estavam previstos na versão 8.1 da calculadora de biodiesel, no entanto, foi necessário acrescentar o cálculo dos impactos da etapa de renderização, que é uma etapa imprescindível para o aproveitamento do sebo bovino na produção de biodiesel e biocombustíveis alternativos sintetizados por ácidos graxos e ésteres hidroprocessados (HEFA).

Este documento apresenta a estratégia utilizada para estimar os impactos destas etapas para sua inclusão na Renovacalc.

Processo de renderização

Nos frigoríficos, do peso vivo do gado: 39% vira carne, 38% matéria-prima para graxarias, 9% couro, 5% miúdos comestíveis, 3% sangue e 7% partes condenadas (Pacheco, 2006a). As graxarias, geralmente anexas aos frigoríficos, processam esses subprodutos e produzem farinha de carne e ossos (MBM) e sebo (Rebouças et al., 2010). Cerca de 7% do peso vivo total do animal é convertido em sebo (Pacheco 2006b).

O processo inclui trituração, seguida de cozimento (que pode ser úmido, seco ou por secagem). Depois, o material passa por separação, purificação (centrifugação e filtragem) e armazenamento em tanques, até o transporte do sebo. Outro produto do processo de renderização, a farinha de carne e osso, representa junto com o sebo 89% do valor do sistema, o que permite dividir os impactos ambientais associados ao processo de graxaria entre os dois produtos, utilizando a alocação energética, prevista na metodologia da RenovaBio (classificação apresentada em: “[Mapeamento das rotas de substratos na RenovaCalc: situação atual e após aplicação de árvores de decisão](#)”).

Para a estimativa da intensidade de carbono da etapa de refino de sebo, foram usados dados de rendimento e demanda energética obtidos por Xu et al. (2022), baseados em levantamento realizado em 46 plantas dos EUA. O inventário foi adaptado para o Brasil, substituindo o gás natural e a gordura animal pelos combustíveis normalmente utilizados nos frigoríferos brasileiros. Esta substituição foi realizada usando como base o levantamento de um estudo da FGV (2019), que apresentou a demanda e as fontes de energia consumida por 09 frigoríferos brasileiros.

Tabela 01: Parâmetros do processo de obtenção de 1 tonelada de sebo renderizado.

Estágio/parâmetro	Valor	Unidade
<i>Entradas</i>		
Eletricidade	179,45	kWh
Calor	2.641,59	MJ
<i>Saídas</i>		
Óleo renderizado	442,48	Kg
Farinha de carne e osso	460,18	Kg

Tabela 02: Fonte de Energia para entrada de calor, distribuição calculada usando dados do estudo da FGV (2019).

Fonte de Energia para etapa de calor	% uso nos frigoríferos
Lenha	57%
Bagaço de cana	11%
Cavaco de madeira	24%
Óleo Combustível	6%
Óleo diesel B10	1%
GLP	1%

Os dados levantados foram usados para estimar a intensidade de carbono do processo de renderização. Para esta tarefa foram utilizados os bancos de dados e fórmulas da Renovacalc, que pode ser observado no resumo dos valores obtidos estão apresentados na Figura 01.

Etapa industrial - Renderização do sebo bovino				
Produtos	Unidade	1 t sebo	MJ	Alocação
Óleo renderizado	kg	442,48	16.150,4	67,9%
Farinha de carne e ossos (FCO) - Meat bone meal (MBM)	kg	460,18	7.638,9	32,1%
Entradas	Unidade	1 t sebo	Emissões do ciclo de	Queima
Insumos			g CO ₂ eq/unidade	g CO ₂ eq/unidade
Sebo	t	1,00	-	-
Transporte	tkm	-	-	-
Combustíveis e eletricidade				
Eletricidade da rede	kWh	179,45	31.375,97	-
Calor/caldeira	MJ	2.641,59		
Lenha	MJ	1.501,37		
Lenha	kg	103,54	2.058,92	495,98
Transporte (200 km)	tkm	20,71	1.265,91	
Cavaco de madeira	MJ	623,44		
Cavaco de madeira	kg	49,88	925,64	222,98
Transporte (200 km)	tkm	9,98	609,77	
Bagaço de cana	MJ	292,33		
Bagaço de cana	kg	38,62	-	123,32
Transporte (200 km)	tkm	7,72	472,13	
Óleo combustível	MJ	156,64		12.163,23
Óleo combustível	kg	3,90	2.583,93	
GLP	MJ	34,40		2.173,03
GLP	kg	0,74	626,89	
Diesel B10	MJ	33,41		
Diesel B10	kg	0,80		
Biodiesel	kg	0,08	66,81	12,07
Diesel	kg	0,72	476,18	2.260,52
Total (g CO₂eq)			40.462,14	17.451,13

Figura 1. Dados usados para estimar a intensidade de carbono do processo de renderização do sebo.

O processo de renderização de uma tonelada de sebo produto possui uma intensidade de carbono de 57.913,27 g CO₂ eq, considerando a alocação energética de 67,9% e o rendimento de 442,48 kg de sebo renderizado, obtém-se uma intensidade de carbono de 88,86 g CO₂ eq/kg óleo renderizado.

Tabela 03: Cálculo final do processo de renderização do sebo, com alocação apenas para o óleo renderizado.

Processo de Renderização total	57.913,27	g CO ₂ eq/ton sebo cru
Processo de Renderização (alocado para o óleo renderizado)	88,86	g CO ₂ eq/kg óleo rend

Considerações:

- Não foi incluída a etapa de transporte do sebo, uma vez que as unidades de renderização geralmente são anexas aos frigoríficos.
- Foi considerada uma distância média de transporte de 200 km para a lenha, cavaco de madeira e bagaço de cana de açúcar.
- Os PCIs utilizados que não estão previstos na Renovacalc, estão apresentados na tabela 04.

Tabela 04: Dados de poder calorífico inferior (PCI) de biomassas.

Produto	PCI		
	MJ/kg	Referência	Link de acesso
Farinha de carne e ossos (FCO)	16,60	Kantorek et al. 2021	https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.10.124
Óleo renderizado (sebo bovino)	36,50	Cunha et al. 2013	https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.06.020
Bagaço de cana	7,57	Kana-Donfack et al. 2024	https://doi.org/10.4236/ojapps.2024.146105
Lenha (d=400 kg/m³)	14,50	NRCAN	https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/files/NRCAN_BB_no2_e13.pdf
Cavaco de madeira (30% umidade)	12,50	Forest Research - UK	https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/fthr/biomass-energy-resources/reference-biomass/facts-figures/typical-calorific-values-of-fuels/

Referências

- FGV. (2019). Fundação Getúlio Vargas. Carbon Footprint of Brazilian beef exported to the European Union: analysis of the production chain and environmental aspects. <https://repositorio.fgv.br/bitstreams/2b5323a7-c291-4aa2-a32d-ed2da3637521/download>
- Pacheco, J. W. (2006a). Environmental technical guide of cattle slaughtering. www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=4260
- Pacheco, J. W. (2006b). Environmental technical guide of rendering plants. www.fiesp.com.br/arquivodownload/?%0Aid=4266
- Rebouças, A. dos S., Zanini, A., Kiperstok, A., Pepe, I. M., & Embiruçu, M. (2010). Contexto ambiental e aspectos tecnológicos das graxarias no Brasil para a inserção do pequeno produtor na indústria da carne. Revista Brasileira de Zootecnia, 39(suppl spe), 499–509. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300054>
- Stilo. (2025). Price: Meat and Bone Meal. <https://www.editorastilo.com.br/cotacoes/>
- Xu, H., Ou, L., Li, Y., Hawkins, T. R., & Wang, M. (2022). Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Biodiesel and Renewable Diesel Production in the United States. Environmental Science & Technology, 56(12), 7512–7521. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c00289>