



## **Relatório parcial: MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS E SEU POTENCIAL USO NA RENOVACALC®**

*Nilza Patrícia Ramos, Marília I. da Silveira Folegatti, Ricardo A. A. Pazianotto, Anna Letícia M. Pighinelli, Marcelo A. Boechat Morandi*

### **RESUMO**

O RenovaBio abriu uma oportunidade de premiação dos produtores de biocombustíveis com melhor desempenho energético-ambiental. Porém o acesso a este benefício se dá pela comprovação desta eficiência, que exige, entre outros, o preenchimento de uma ferramenta de cálculo denominada RenovaCalc, que engloba um conjunto de rotas de produção e biocombustíveis, incluindo como matérias-primas a cana-de-açúcar tradicional, o milho e a soja. Entretanto, há demanda pela inclusão de novas matérias-primas, o que ampliaria o potencial de participação na política.

O presente documento compilou resultados de um estudo que teve como objetivo identificar, selecionar e priorizar essas matérias-primas usadas na produção de biocombustíveis e com potencial para futura inclusão na RenovaCalc. Foram seguidas quatro etapas: A) consulta a especialistas para compor uma primeira lista de matérias-primas; B) pesquisa (on-line) com questionário estruturado para priorização destas matérias-primas pré-identificadas e identificação do seu nível tecnológico agrícola e industrial; C) análise dos dados usando a estatística descritiva e D) validação desta priorização com um grupo restrito de especialistas via Workshop.

Etapa A) Um grupo de 12 especialistas pré-selecionaram 26 matérias-primas (Quadro 1), separadas de acordo com a natureza da fonte energética potencial, sendo: seis (6) fontes de carboidratos fermentescíveis, cinco (5) fontes de lignocelulose e dezesseis (16) fontes de óleo.

Etapa B) O questionário on-line foi enviado para cerca de 350 pessoas, com 35% de respostas. O perfil dos respondentes foi: 36,4% da área canavieira, 23,1% da área de oleaginosas, 38,8% de áreas diversas (certificadoras, consultores, economistas, docentes, governo, entre outros) e 1,7% da área de petróleo e gás.

As matérias-primas indicadas como de maior prioridade foram: cana-energia dupla finalidade ou tipo 1, óleo de milho, palma de óleo ou dendê e cana-energia exclusiva para etanol 2G ou tipo 2.

Com relação à maturidade tecnológica agrícola, a percepção por parte dos respondentes é de que a produção agrícola do milho está pronta e pode ser usada em escala. Com relação às demais biomassas, cerca de 30% dos respondentes indicaram o alcance de alta maturidade tecnológica. A maturidade industrial foi percebida como disponível em larga e mesmo em pequena escala por menos de 30% dos respondentes, para as quatro matérias-primas priorizadas.

As considerações finais são: a priorização das matérias-primas apontou para duas fontes com potencial de produção de etanol (cana-energia tipo 1 e 2) e duas fontes com potencial de produção de biodiesel (óleo de milho e palma/dendê). Com isto há potencial dos dois biocombustíveis produzidos em maior volume no Brasil terem novas matérias-primas incluídas na RenovaCalc e participarem do RenovaBio.

A percepção, não muito expressiva, do atingimento da maturidade tecnológica agrícola em larga escala para 3 das 4 matérias-primas priorizadas, associada com uma baixa percepção da maturidade industrial em larga escala, para as quatro matérias-primas, demonstraram a necessidade de consulta a especialistas para elucidar se há um potencial real de inclusão destas biomassas, pois podem haver entraves técnicos a serem ultrapassados

Ao final do documento foi elaborado um exercício de como aproveitar a estrutura atual da RenovaCalc e incluir as matérias-primas pré-selecionadas.

# Relatório parcial: MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS E SEU POTENCIAL USO NA RENOVACALC®

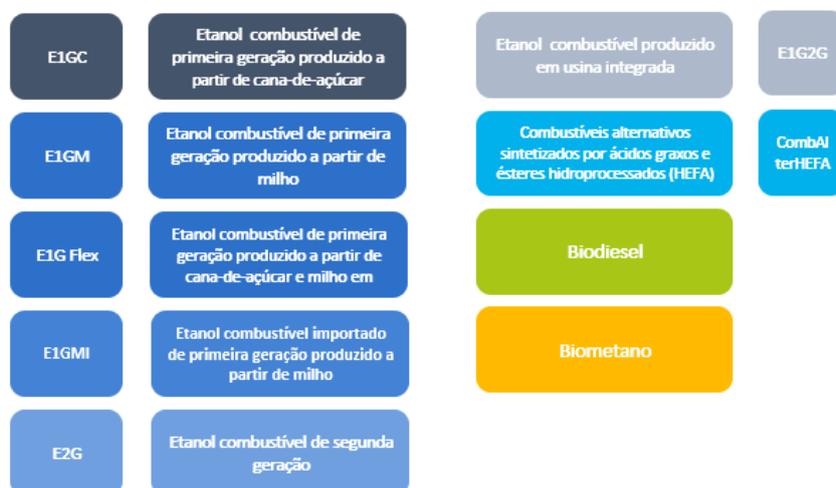
## INTRODUÇÃO

O RenovaBio é uma política nacional de biocombustíveis (Lei 13.576 de 26 de dezembro de 2017) que reconhece o papel estratégico desses produtos, na matriz energética brasileira, no que se refere à sua contribuição para a segurança energética, a previsibilidade do mercado e a mitigação de emissões dos gases causadores de efeito estufa no setor de combustíveis (MME, 2020). O reconhecimento se dá pela premiação com créditos de descarbonização (CBIOS) aos produtores que comprovem possuir eficiência energético-ambiental na produção dos biocombustíveis participantes da política.

A diferenciação no acesso aos CBIOS, entre os produtores de biocombustíveis, se dá pela nota de eficiência energético-ambiental (NEEA) que é calculada usando a RenovaCalc®, a calculadora oficial do RenovaBio. A NEEA nada mais é do que a diferença entre a emissão do biocombustível avaliado (etanol, biodiesel ou biometano) pelo seu correspondente fóssil (gasolina ou diesel). A emissão do biocombustível é quantificada pela soma das emissões das etapas, agrícola, industrial e de transporte de produção. Os cálculos propostos são baseados na Avaliação do Ciclo de Vida, usando fatores de emissões do IPCC (IPCC, 2006), inventários da base Ecoinvent® e condições de produção típicas para as matérias-primas dos biocombustíveis baseadas em dados estatísticos brasileiros oficiais e provenientes da literatura técnico-científica.

As rotas contempladas, atualmente, na versão 7.0 da RenovaCalc® encontram-se na Figura 1. Nessas rotas, as matérias-primas inicialmente abarcadas são a cana-de-açúcar, o milho e a soja, por serem as mais relevantes em termos de volume e área ocupadas segundo estatísticas oficiais. A presença de uma determinada matéria-prima permite ao produtor de biocombustível declarar, com dados primários ou padrão, os consumos de insumos e energia utilizados na etapa agrícola de produção dessa matéria-prima. Esta opção aumenta as chances de diferenciação da eficiência energético-ambiental entre os produtores, portanto é de grande interesse no RenovaBio.

### DIRETÓRIO DE ROTAS DE PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS



## **Figura 1.** Rotas de produção de biocombustíveis presentes na RenovaCalc®

A inclusão de outras matérias-primas na RenovaCalc® é, muitas vezes, demandada por associações e representantes dos produtores de biocombustíveis que percebem potencial de participarem mais efetivamente na política RenovaBio. Nos últimos tempos os interesses mais insistentes foram para incorporar novas oleaginosas e biomassas com potencial lignocelulósico, porém a entrada na RenovaCalc® depende da representatividade dessas matérias-primas, da maturidade das técnicas de manejo da produção e principalmente, da existência de dados estatísticos confiáveis e disponíveis para a construção de um estudo detalhado de uma ACV.

Já a inclusão de uma nova rota, que envolveria matéria-prima e fase industrial diferente das descritas na RenovaCalc®, precisaria seguir as diretrizes propostas No Art. 5 da Resolução ANP 758 (2018). São solicitadas informações relacionadas: a) ao mercado aparente do biocombustível gerado a partir dessa matéria-prima, b) volume de produção potencial, c) mercado potencial, d) desempenho técnico e econômico, e) maturidade tecnológica de produção (agrícola e industrial), f) grau de organização da cadeia produtiva, g) diferença em relação às rotas existentes, h) oferecer dados abertos dos processos de produção de matéria-prima, do biocombustível, e coprodutos e de insumos, quando pertinentes, h) estudo de análise de ciclo de vida, de acordo com os requisitos metodológicos descritos no Anexo I, explicitando as fontes de informação, as premissas, as restrições, o conjunto de dados dos processos produtivos agrícola e industrial e a memória de cálculo, e i) revisão crítica, emitida por terceira parte, do estudo de que trata o inciso IX, conforme a norma ABNT NBR ISO 14.044.

Nota-se que a necessidade de informações e estudos é bem mais rigorosa para a inclusão de uma rota completa do que a inclusão de uma matéria-prima que possa aproveitar um processo industrial pré-existente. Considerando que ainda não estão disponíveis processos que atendam as diretrizes do Art. 5 da Resolução ANP 758 (2018) para se incluir uma nova rota, mas que existem demandas para adicionar mais matérias-primas às rotas já existentes na RenovaCalc, o presente estudo teve como objetivo identificar, selecionar e priorizar essas matérias-primas envolvidas na produção de biocombustíveis com futuro potencial de inclusão na ferramenta.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa fez parte do projeto “*Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias para o aprimoramento da RenovaCalc e o fortalecimento do RenovaBio*” desenvolvido pelo grupo de trabalho que elaborou a RenovaCalc o GT-ACV RenovaBio. Este grupo é composto por especialistas em diferentes áreas do conhecimento que trabalham em instituições públicas de pesquisa (Embrapa, Unicamp e LNBR).

A metodologia da pesquisa foi estruturada em quatro partes:

- A) consulta a especialistas para compor uma lista de matérias-primas com potencial de uso para biocombustíveis no Brasil.
- B) pesquisa (on-line) com questionário estruturado para priorização destas matérias-primas pré-identificadas e identificação do seu nível tecnológico agrícola e industrial,
- C) análise dos dados usando a estatística descritiva e
- D) validação desta priorização com um grupo restrito de especialistas via Workshop.

A priorização usando questionário direcionado aos interessados no uso da RenovaCalc foi adotada para manter a coerência de construção transparente e participativa da ferramenta, que vem sendo adotada desde o início da implementação do RenovaBio.

## RESULTADOS

Um grupo de 12 especialistas pré-selecionaram 26 matérias-primas (Quadro 1), separadas de acordo com a fonte energética potencial, sendo: seis (6) fontes de carboidratos fermentescíveis, cinco (5) lignocelulose e dezesseis (16) fontes de óleo. A seleção considerou essencialmente o potencial de aproveitamento para biocombustível, a disponibilidade, a facilidade de processamento e o uso já sazonal de algumas matérias-primas.

**Quadro 1.** Matérias-primas com potencial de uso para a produção de biocombustíveis no Brasil

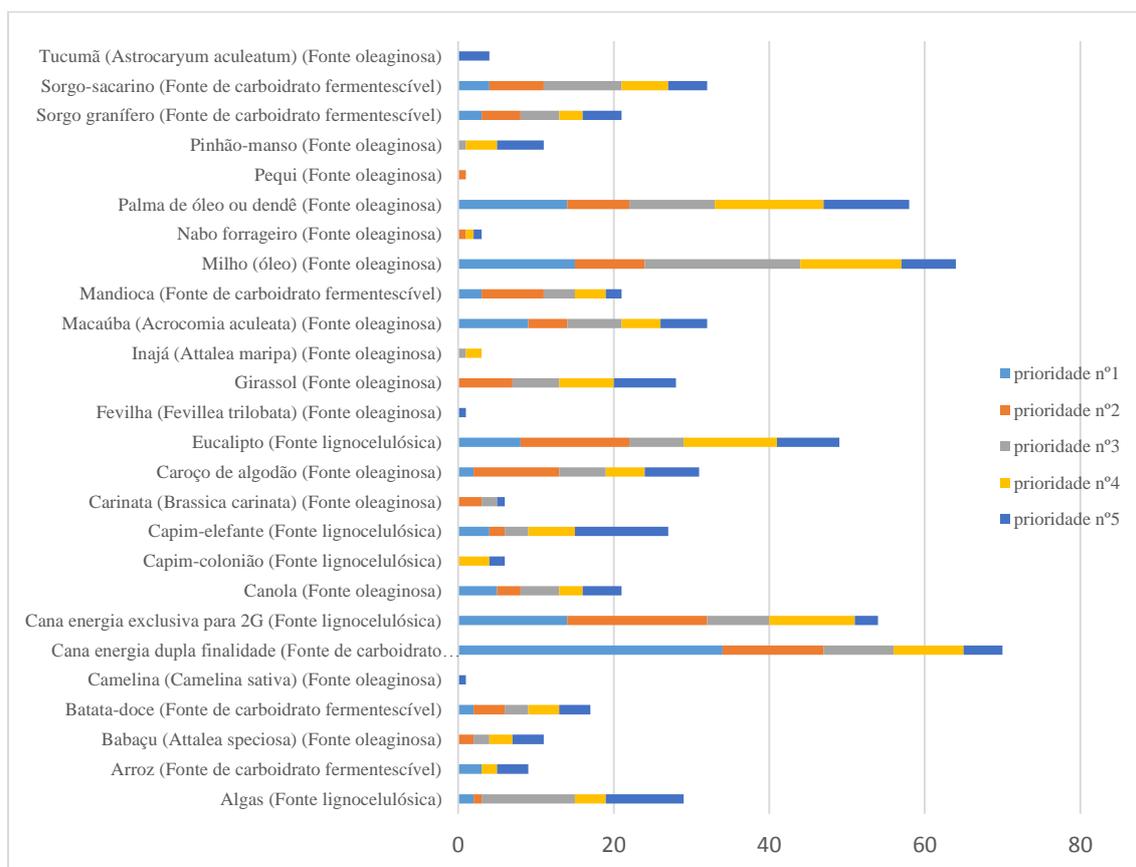
Carboidratos fermentescíveis	Lignocelulose	Óleo	
Arroz	Algas	Algas	Inajá ( <i>Attalea maripa</i> )
Batata-doce	Cana-energia Tipo 2	Babaçu ( <i>Attalea speciosa</i> )	Macaúba ( <i>Acrocomia aculeata</i> )
Cana-energia Tipo 1	Capim-colonião	Camelina ( <i>Camelina sativa</i> )	Milho (óleo)
Mandioca	Capim-elefante	Canola	Nabo forrageiro
Sorgo granífero	Eucalipto	Carinata ( <i>Brassica carinata</i> )	Palma de óleo ou dendê
Sorgo sacarino		Caroço de algodão	Pequi,
		Fevilha ( <i>Fevillea trilobata</i> )	Pinhão-manso ( <i>Jatropha curcas</i> )
		Girassol	Tucumã ( <i>Astrocaryum aculeatum</i> )

O conjunto de matérias-primas compôs um questionário estruturado, posteriormente enviado no formato digital (*on-line*), que teve como objetivo principal priorizar até cinco matérias-primas, com potencial de inserção na RenovaCalc, e identificar a percepção dos respondentes quanto a maturidade tecnológica agrícola e industrial para se produzi-las e processá-las. O questionário foi enviado para cerca de 350 pessoas e ficou disponível para respostas entre 9 e 20 de outubro de 2020 (11 dias).

O retorno da pesquisa foi de cerca de 35% (122 respostas). Os respondentes foram: 44 (36,4%) da área canavieira, 28 (23,1%) da área de oleaginosas, 47 (38,8%) de áreas diversas (certificadoras, consultores, economistas, docentes, governo, entre outros) e 2 (1,7%) da área de petróleo e gás.

Todas as matérias-primas foram citadas com algum grau de prioridade (Figura 2). As consideradas mais prioritárias foram: cana-energia dupla finalidade ou Tipo 1, óleo de

milho, palma de óleo ou dendê e cana-energia exclusiva para etanol 2G ou tipo 2. As menos citadas foram: camelina, fevilha e pequi, que apareceram apenas uma vez cada.



**Figura 2.** Número de respondentes que priorizaram cada uma das matérias-primas para produção de biocombustíveis para inclusão na RenovaCalc

Na avaliação da percepção dos respondentes, quanto à maturidade tecnológica na fase agrícola de produção das quatro matérias-primas priorizadas (Tabela 1), verificou-se que uma porcentagem expressiva concorda que a produção agrícola do milho está pronta e pode ser usada em escala. Com relação às demais a percepção não é tão elevada, ficando abaixo de 30% dos respondentes.

**Tabela 1.** Porcentagem de respondentes que classificou a tecnologia agrícola como pronta

Matéria-prima	Tecnologia agrícola pronta e já usada em larga escala	Tecnologia Agrícola pronta, mas com uso em pequena escala
Cana-energia Tipo 1	27%	16%
Milho (óleo)	42%	6%
Cana-energia Tipo 2	29%	11%
Palma de óleo/dendê	23%	11%

Quanto à maturidade tecnológica na fase industrial de processamento e produção do biocombustível a partir das quatro matérias-primas priorizadas (Tabela 2), a concordância quanto à maturidade tecnológica já disponível em larga escala não foi expressiva para nenhuma das matérias-primas apresentadas.

**Tabela 2.** Porcentagem de respondentes que classificou a tecnologia industrial como pronta

<b>Matéria-prima</b>	<b>Tecnologia industrial pronta e já usada em larga escala</b>	<b>Tecnologia Agrícola pronta, mas com uso em pequena escala</b>
Cana-energia Tipo 1	26%	14%
Milho (óleo)	29%	15%
Cana-energia Tipo 2	14%	14%
Palma de óleo/dendê	20%	15%

Como a análise individualizada das informações levantadas anteriormente não permite um ranqueamento entre as matérias-primas realizou-se ainda uma análise integrando os resultados da priorização com as percepções a respeito da percepção da maturidade (Tabela 3). Para isto, a cada voto que a matéria-prima recebeu foi atribuído um ponto. Assim, a matéria-prima que atingiu maior pontuação na soma entre a prioridade com as maturidades foi considerada a primeira opção. No caso, o óleo de milho voltado para a produção de biodiesel foi o mais bem pontuado, seguido da cana-energia tipo 1 ou de dupla finalidade voltada para a produção de etanol 1G e 2G.

**Tabela 3.** Ranqueamento das matérias-primas considerando a prioridade e o nível de maturidade tecnológico agrícola de industrial.

<b>Matéria-prima</b>	<b>Prioridade (1+2+3)</b>	<b>Maturidade agrícola pronta e já usada em escala</b>	<b>Maturidade industrial pronta e já usada em escala</b>	<b>Total da pontuação</b>
Cana-energia Tipo 1	56 votos	33 votos	32 votos	121 (2ª opção)
Milho (óleo)	44 votos	51 votos	35 votos	130 (1ª opção)
Cana-energia Tipo 2	40 votos	28 votos	17 votos	85 (4ª opção)
Palma de óleo/dendê	33 votos	35 votos	25 votos	93 (3ª opção)

## CONSIDERAÇÕES

- A priorização das matérias-primas apontou para duas fontes com potencial de produção de etanol (cana-energia Tipo 1 e 2) e duas fontes com potencial de produção de biodiesel (óleo de milho e palma/dendê. Com isto há potencial dos dois biocombustíveis produzidos em maior volume no Brasil terem novas matérias-primas incluídas na RenovaCalc e participarem do RenovaBio.
- A percepção, não muito expressiva, do atingimento da maturidade tecnológica agrícola em larga escala para 3 das 4 matérias-primas priorizadas, associada com uma baixa percepção da maturidade industrial em larga escala, para as quatro matérias-primas, demonstraram a necessidade de consulta a especialistas para elucidar se há um potencial real de inclusão destas biomassas, pois podem haver entraves técnicos a serem ultrapassados.

## ROTAS DA RENOVACALC A SEREM APROVEITADAS

A inclusão de uma nova biomassa na ferramenta de cálculo do RenovaBio, depois de identificada como prioritária pelos participantes da política, deve passar por uma fase de estudo da fase de produção agrícola e industrial. A ideia de se aproveitar a estrutura de alguma rota pode ser bastante interessante e acelerar o processo de possível inclusão.

Nesta seção procurou-se fazer um exercício de identificar como as quatro matérias-primas priorizadas na pesquisa anterior poderiam aproveitar as rotas pré-existentes, assim:

### 1) INCLUSÃO DO ÓLEO DE MILHO (priorizado como 1ª opção)

O óleo de milho deverá entrar como opção de matéria-prima para a geração de biodiesel, assim a estrutura industrial de geração do biocombustível pode ser aproveitada a **ROTA\_BIODIESEL** (Figura 1) já existente na RenovaCalc 7.0. Entretanto, haverá a necessidade de inclusão das opções de preenchimento dos dados agrícolas (primários e padrão) do milho e da fase industrial de extração deste óleo. O Quadro 2 apresenta uma proposta de aproveitamento e a necessidade de levantamento de informações, com ações a serem realizadas para esta inclusão.

**Quadro 2.** Fases da produção do óleo de milho e possibilidade de aproveitamento de informações de rotas pré-existentes na RenovCalc.

Fase agrícola	Fase industrial		
	Extração do óleo		Biocombustível
Milho	Indústria etanol de milho	Indústria de óleo e ração	Biodiesel
Estrutura para dados primários e padrão da <b>ROTA E1GM</b>	Estrutura para dados primários da <b>ROTA E1GM</b> usando o valor alocado para óleo	Levantar	Estrutura para dados primários <b>ROTA BIODIESEL</b>
<b>Ações a serem feitas</b>			
Sem necessidade de alteração	Verificar se há necessidade de alteração	Ainda a ser construída	Verificar se há necessidade de alteração

## 2) INCLUSÃO DA CANA-ENERGIA TIPO 1 (priorizada como 2ª opção)

A cana-energia Tipo 1 ou de dupla finalidade oferece oportunidade dos produtores usarem tanto a sacarose como as fibras, possibilitando a geração de etanol 1G e 2G. Portanto a inclusão desta matéria-prima poderia aproveitar várias estruturas já construídas para a **ROTA E1GC** e **ROTA E1G2G** (Figura 1).

O Quadro 3 mostra que no caso da fase agrícola haverá a necessidade de se verificar mais detalhadamente se existem diferenças nas operações de produção da cana-energia Tipo 1 em relação à cana tradicional. Caso existam diferenças nos consumos e operações se construirá um novo perfil típico e um padrão. Como a estrutura da fase agrícola na versão 7.0 é a mesma para a **ROTA E1GC** e **ROTA E1G2G** se não houver necessidade de mudanças ela poderá ser mantida.

Já em relação à fase industrial se a cana-energia Tipo 1 entrar na **ROTA E1GC** há ainda a necessidade de se verificar possíveis alterações, pois existe um aumento na disponibilidade de bagaço, que depois pode ser entregue para uma unidade de **ROTA E2G** que usaria a opção resíduo.

No caso da entrada na **ROTA E1G2G** também existe a necessidade de verificação de alguma possível alteração, que possivelmente não será muito significativa.

**Quadro 3.** Fases da produção da cana-energia Tipo 1 e possibilidade de aproveitamento de informações de rotas pré-existentes na RenovCalc.

OPÇÃO 1			OPÇÃO 2	
Fase agrícola	Fase industrial (unidades separadas)		Fase agrícola	Fase industrial
Cana-energia Tipo 1	Etanol 1G	Etanol 2G	Cana-energia Tipo 1	Etanol 1G2G
Estrutura para dados primários e padrão da <b>ROTA E1GC</b>	Estrutura para dados primários da <b>ROTA E1GC</b>	Resíduo	Estrutura para dados primários e padrão da <b>ROTA E1G2G</b>	Estrutura para dados primários da <b>ROTA E1G2G</b>
Ações a serem feitas				
Verificar se há necessidade de alteração e deve ser construído novo perfil típico	Verificar se há necessidade de alteração	Sem necessidade de alteração	Verificar se há necessidade de alteração e deve ser construído novo perfil típico	Verificar se há necessidade de alteração

### 3) INCLUSÃO DA PALMA DE ÓLEO/DENDÊ (priorizada como 3ª opção)

A palma de óleo/dendê deverá entrar como opção de matéria-prima para a geração de biodiesel, assim a estrutura industrial de geração do biocombustível pode ser aproveitada a **ROTA\_BIODIESEL** (Figura 1) já existente na RenovaCalc 7.0. Entretanto, haverá a necessidade de construção de uma estrutura para preenchimento de dados primários ou da opção padrão para a fase agrícola de produção desta biomassa.

Também a fase de processamento industrial referente a extração de óleo deverá ser levantada para a construção desta estrutura de preenchimento de dados primários. Por outro lado a fase industrial de produção do biodiesel possivelmente não deverá sofrer alterações.

**Quadro 4.** Fases da produção da palma de óleo/dendê e possibilidade de aproveitamento de informações de rotas pré-existentes na RenovCalc.

Fase agrícola	Fase industrial	
	Extração do óleo	Biocombustível
Palma de óleo/dendê	Indústria de óleo	Biodiesel
Levantar	Levantar	Estrutura para dados primários <b>ROTA BIODIESEL</b>
<b>Ações a serem feitas</b>		
Ainda a ser construída	Ainda a ser construída	Verificar se há necessidade de alteração

#### 4) INCLUSÃO DA CANA-ENERGIA TIPO 1 (priorizada como 4ª opção)

A cana-energia Tipo 2 deverá entrar como opção de matéria-prima para a geração de etanol 2G. O Quadro 5 mostra que há necessidade de construção de uma estrutura para preenchimento de informações da fase agrícola e na fase industrial o aproveitamento da estrutura da **ROTA E2G** (Figura 1).

Com isto se observará uma mudança significativa no padrão atual pois haverá a contabilidade da fase agrícola nas emissões, deixando de ser tratado como resíduo.

**Quadro 5.** Fases da produção da cana-energia Tipo 2 e possibilidade de aproveitamento de informações de rotas pré-existentes na RenovCalc

<b>Fase agrícola</b>	<b>Fase industrial</b>
Cana-energia Tipo 2	Etanol 2G
Levantar	Estrutura para dados primários da <b>ROTA E2G</b>
<b>Ações a serem feitas</b>	
Ainda a ser construída	Sem necessidade de alteração