

Terceiro relatório parcial de projeto – março/2021

Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias para o aprimoramento da RenovaCalc e o fortalecimento do RenovaBio

Identificação:

O projeto *Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias para o aprimoramento da RenovaCalc e o fortalecimento do RenovaBio* é apoiado financeiramente por recursos destinados pela Comissão de Minas e Energia da Câmara dos Deputados para a Ação Orçamentária 25.754.3003.2E91.0001 – Apoio à Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio – Nacional, inserida no Programa 3003 - Petróleo, Gás, Derivados e Biocombustíveis, do PPA 2020-2023, transferidos para a Embrapa Meio Ambiente pelo TED (Termo de Execução Descentralizada) do MME, publicado no DOU em 05/08/2020 (edição 149, seção 3, página 95).

Este projeto foi internalizado no Sistema Embrapa de Gestão sob número 20.20.00.060.00.00 e encontra-se em execução. A proposta reúne 19 especialistas de três unidades da Embrapa (Meio Ambiente, Informática Agropecuária e Agroindústria Tropical), além de parceiros da Unicamp e Universidade Estadual do Ceará.

Os principais resultados previstos no projeto são:

- R1. *RenovaCalc+: versão aprimorada da RenovaCalc, ferramenta para estimativa da pegada de carbono e da Nota de Eficiência Energético-Ambiental de biocombustíveis no RenovaBio.*
- R2. *Sequestro de carbono no solo pelo uso de biocarvão e de tecnologia BECCS: impacto no RenovaBio*
- R3. *Calculadora de pegada de escassez hídrica para etanol de cana-de-açúcar (HidroCalc-cana)*

As principais atividades já desenvolvidas são:

Atividades de Gestão

AG1. Gestão técnica e financeira do projeto

Como informado no segundo relatório parcial do projeto (15/12/2020), com a impossibilidade da contratação de serviços especializados duas ações de pesquisa foram mais afetadas:

AP4 “Sequestro de carbono – BECCS” entregará o “Estudo de estratégias para o sequestro de carbono por BECCS no RenovaBio”, conforme previsto. Entretanto, precisará de 28 meses para sua conclusão (até dez/2022).

AP7 “Estratégias para ampliação do Programa RenovaBio” também precisará ampliar o seu tempo de execução para 28 meses (até dez/2022) e sofrerá uma alteração na estratégia de trabalho:

Por consequência, foi proposta a ampliação de prazo dessas ações de pesquisa, de 15 para 28 meses, passando esse a ser o prazo de término no projeto. As justificativas para essas alterações foram apresentadas ao MME em carta de 15/12/2020 (R3, ANEXO 1). A versão atualizada do Plano de Trabalho foi apresentada ao MME em 17/12/2020 (R3, ANEXO 2).

Depois de várias comunicações intermediárias, em 28/01/2021 foi enviado o balanço financeiro do projeto, incluindo os valores devolvidos à Unidade Decentralizadora – MME (R3, ANEXO 3).

Tem sido realizado o acompanhamento da execução do cronograma e da entrega de resultados, de acordo com critérios e prazos definidos no PT. Cabe aqui uma menção à determinação da Embrapa quanto à data de retorno ao trabalho presencial: 02/08/2021, para os empregados em teletrabalho que exercem atividades diretamente relacionadas à atividade-fim da Empresa (segundo Deliberação nº 4, de 16/03/2021, R3, ANEXO 4). As atividades desse projeto dependentes do uso de campos experimentais e laboratórios, previstas para o primeiro semestre de 2021, poderão sofrer atraso.

AG2. Gestão dos processos de compras de equipamento e material de laboratório

Quanto às compras de equipamentos e material de laboratório, os itens 01 a 05, da Tabela 1 (com valores atualizados), foram adquiridos. Foram canceladas as compras das sondas de raízes de 40 cm e de 100 cm, por falta de documentação das empresas que se apresentaram para a venda (somariam R\$ 6 mil).

Tabela 1. Distribuição do orçamento para compra de equipamentos de laboratório (atualizada)

Item	1 - Equipamentos de Laboratório	Valor unit	Qtde	Valor total
01	Moinho de martelo para solo	6.000,00	1	R\$ 5.930,00
02	Mesa orbital	5.500,00	1	R\$ 5.392,00
03	Sistema de exaustão para preparo de solo	61.000,00	1	R\$ 82.500,00*
04	Sonda de raízes mecânica	1.500,00	4	R\$ 6.000,00
05	Aspirador de pó	381,30	3	R\$ 1.143,90
Total Equipamentos de Laboratório				R\$ 80.000,00

*R\$ 22 mil adicionais foram aportados para essa aquisição, recurso originalmente previsto para a aquisição de móveis.

Também foram aplicados recursos de STPJ para a manutenção de cinco tipos de equipamentos (cromatógrafo gasoso, analisador elementar de CN, sistema de purificação de água, cromatógrafo de íons, moinhos), totalizando R\$ 31.088,18.

Por fim, foram aplicados R\$ 38.519,26 para itens consumíveis (para o ultrapurificador de água, para o analisador CN, e gases especiais).

Os R3, ANEXOS 5 – 19 trazem o controle de compras e as Notas Fiscais dessas aquisições e contratações de serviços. **ATIVIDADE CONCLUÍDA**

AG3. Gestão dos processos de compras de equipamento e material de informática

Quanto à gestão dos processos de compras de equipamentos e material de informática, o Relatório Parcial 2 informou que os notebooks, desktops e headphones já haviam sido entregues. Os equipamentos de infraestrutura de rede, bem como os desktops de alta performance, estavam em fase de análise técnica dos vencedores do pregão. Permanecia pendente a compra de “insumos para informática”.

Atividades de Pesquisa

AP1: Sistematização de fatores de emissão de óxido nitroso para diferentes tipos de insumo, nas principais culturas energéticas no Brasil

A ação de sistematização dos fatores de emissão de óxido nitroso (N₂O) para diferentes tipos de insumos usados nas culturas agrícolas previstas na RenovaCalc está em andamento, sendo que a revisão de literatura já foi concluída.

As buscas nas bases Scopus e Web of Science foram ampliadas até o ano de 2020, sendo que após uma nova filtragem foram selecionados: 18 trabalhos com cana-de-açúcar, 11 trabalhos com grãos e 19 trabalhos com pastagens. As informações dos artigos foram estruturadas em uma base de dados contendo “variáveis” e “tipos de dados” (numéricos e metadados). A configuração da base de dados passou por algumas modificações em relação ao apresentado anteriormente.

Os artigos que não foram considerados adequados para a sistematização apresentavam emissões negligíveis de N₂O, situações experimentais em microescala ou de laboratório e tratamentos controle fora do protocolo indicado pelo IPCC (2019).

A sistematização dos dados e metadados dos 48 artigos, ou áreas experimentais, resultaram em uma base de dados composta de 500 linhas de informações, contemplando 27 municípios em 11 Estados e 5 biomas/3 transições, 5 tipos de clima, 5 tipos de solo, 8 tipos de texturas, 345 Fatores de Emissão a partir de tratamentos/situações avaliadas, 14 culturas agrupadas, 3 setores agropecuários, 7 fertilizantes nitrogenados, 8 fertilizantes minerais+orgânicos e 14 fertilizantes orgânicos. Os fertilizantes nitrogenados minerais mais utilizados para as culturas avaliadas são a ureia, o nitrato de amônio e o sulfato de amônio. Os insumos orgânicos são vinhaça, torta de filtro, palha, fezes, urina e resteva de gramíneas e leguminosas.

Foram realizadas análises estatísticas descritivas dos dados, utilizando boxplot, para uma pré-avaliação e planejamento das próximas análises estatísticas. A visualização de dados a partir de gráficos boxplot é uma ferramenta que permite facilmente identificar padrões e relações entre as variáveis do conjunto de dados.

Os resultados preliminares foram discutidos em uma reunião realizada com o grupo de especialistas em Mudanças Climáticas (pesquisadores Sandra Furlan, Cristiano Andrade, Marcos Ligo e Nilza Ramos), no dia 22/01/2021. As decisões sobre as formas finalísticas de tratamentos estatísticos estão sendo tomadas e uma segunda reunião foi realizada com o matemático da Embrapa Meio Ambiente, Ricardo Pazzianoto, no dia 27/01/2021. O R3, ANEXO 20, traz tabelas e figuras apresentando esses resultados.

AP2: Identificação de novas matérias-primas com potencial para a produção de biocombustíveis no Brasil

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

A AP2 gerou um relatório técnico detalhado (R3, ANEXO 21), que 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 dessas matérias-primas pré-identificadas e determinação do seu nível tecnológico agrícola e industrial; c) análise dos dados usando a estatística descritiva; d) validação dessa priorização com um grupo restrito de especialistas via Workshop; e e) indicação de estratégias para a inclusão dessas matérias-primas, aproveitando rotas pré-existentes da RenovaCalc.

Etapa a: Um grupo de doze especialistas pré-selecionaram 26 matérias-primas, 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 (ver tabela no R3, ANEXO 21).

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.

Etapa c: A validação apontou que o óleo de milho, a palma de óleo/dendê e a cana-energia Tipo 1 são prioritárias e apresentam maturidade agrícola e industrial.

Etapa d: Poderão ser aproveitadas as ROTA BIODIESEL, ROTA E1GM, ROTA E1GC e ROTA E1G2G.

Conclui-se que:

a) A priorização das matérias-primas apontou para uma fonte com potencial de produção de etanol (cana-energia Tipo 1) e duas fontes com potencial de produção de biodiesel (óleo de milho e palma/dendê. Com isso, há potencial dos dois biocombustíveis produzidos em maior volume no Brasil terem novas matérias-primas incluídas na RenovaCalc e participarem do RenovaBio.

b) As tecnologias agrícola e industrial foram identificadas como desenvolvidas e disponíveis, tanto para o processamento do Óleo de Milho como da Palma de Óleo/Dendê. Já a Cana-Energia Tipo 1, pode usar a tecnologia já disponível para a cana tradicional. A inclusão na RenovaCalc poderá aproveitar estruturas e informações já disponíveis para outras rotas, facilitando a implantação.

ATIVIDADE CONCLUÍDA

AP3 Mapear a oferta de matérias-primas com potencial para a produção de biocombustíveis no Brasil

Após a definição das matérias-primas com potencial para a produção de biocombustíveis no Brasil, foram gerados os resultados preliminares derivados da análise espacial da distribuição da produção de milho e dendê. Foram utilizados os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM), disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do IBGE. Na análise dos dados da cultura de milho considerou a análise da 1ª e 2ª safras, de forma separada, entre 2003 e

2019. O período disponível dos dados da cultura do dendê correspondeu ao período de 1998 a 2019. Esses resultados preliminares foram apresentados em reunião com a responsável pela AP2 no dia 21/01/2021. Na oportunidade, foram apresentados mapas indicando a tendência da produção ao longo do período disponível e mapas identificando a produção recente, com valores médios dos últimos 3 anos. Essa forma de análise permitiu identificar regiões de intensificação e/ou redução da produção das referidas matérias-primas em território nacional.

AP4: Desenvolvimento dos perfis de produção típico e padrão e da estrutura para levantamento de dados primários dos sistemas de produção de novas matérias-primas energéticas

A AP2 definiu as matérias-primas prioritárias para inclusão na RenovaCalc: cana-energia, palma de óleo e “milho para óleo” - em particular o obtido como coproduto da produção de etanol de milho. A AP3 gerou mapas indicando a tendência da produção de milho e palma de óleo ao longo do tempo e mapas identificando a produção recente, com valores médios dos últimos 3 anos, identificando regiões de intensificação ou redução da produção das referidas matérias-primas em território nacional.

Na fase atual, estão sendo identificados e descritos os principais sistemas de produção de cana-energia e palma de óleo, nas diferentes regiões produtoras, bem como os processos industriais de óleo de palma e óleo de milho. Na sequência, serão gerados os seus inventários regionais, então agregados em inventários de produção “típicos” nacionais. Conhecendo-se a variação dos parâmetros de produção destas matérias-primas, serão propostos os inventários “padrão”.

AP5 e AP6: Aprimoramento das fontes de dados e resolução do modelo BRLUC e Aprimoramento da metodologia de cálculo e das interfaces do modelo BRLUC

Já haviam sido implementados quatro aprimoramentos no BRLUC: a) atualização do banco de dados, considerando o mais recente Censo Agropecuário do IBGE; b) aumento da resolução para os níveis de microrregião e município; c) aumento da resolução dos estoques de carbono para nível de microrregião; d) incorporação dos fatores do IPCC 2019.

Um quinto aprimoramento está sendo implementado, que é a incorporação de dados geoespaciais para determinar a mudança de uso da terra. Duas novas versões do BRLUC, que adotam dados do MapBiomass, estão em validação. Outros aprimoramentos estão previstos, como a alocação de cargas ambientais para culturas agrícolas de segunda safra.

AP7: Definição de estratégias para ampliação do Programa RenovaBio

Esta AP7 dependia fortemente da contratação de uma empresa especializada em assuntos econômicos e institucionais, para desenvolver o estudo sob coordenação da Embrapa Informática Agropecuária. Entretanto, essa contratação não se efetivou. Em consequência, tanto o escopo do estudo, quanto o prazo de execução, foram alterados e constam do **R3, Anexo 1**.

A análise será baseada em três aspectos centrais a) tamanho do mercado e valor do carbono; b) fungibilidade técnica; c) viabilidade regulatória. A partir de dois programas, iniciativas e mercados de carbono, deverão ser realizadas análises da possibilidade dos mesmos incorporarem créditos como CBIO e trazerem benefícios ao RenovaBio. As iniciativas e mercados serão qualificadas com relação aos elementos essenciais para análise do potencial econômico e

de tamanho e valor do mercado. Quanto à fungibilidade técnica e regulatória, será realizada uma análise geral dos elementos que podem favorecer a de fungibilidade técnica e regulatória dos mercados de maneira que este tipo de análise possa ser desenvolvido em bases metodológicas melhores, com o propósito de aprimorar as análises de viabilidade técnica para a integração de mercados.

Basicamente, serão reduzidos os números de casos analisados. Originalmente, seriam até 20 casos, na lista longa, nos quais se analisaria a razão pela qual aquela iniciativa ou mercado poderia incorporar créditos como CBIO; e até 10 casos, na lista curta, que seriam qualificados de maneira a orientar a priorização de esforços com perspectiva econômica, sendo os principais indicadores o tamanho do mercado e valor do carbono. Na proposta atual, dois programas serão analisados.

Entretanto, as entregas previstas no PT original serão mantidas: a) seleção de iniciativas e mercados para introdução de CBIOS, e b) análise da fungibilidade técnica e regulatória e instruções quanto a adaptações necessárias e a viabilidade técnica para a integração de mercados. Os recursos referentes a essas ações foram devolvidos ao MME.

Nesse momento, está sendo organizada uma estrutura de tópicos e análise de textos, para orientar a revisão de literatura.

AP8: Sequestro de carbono no solo pelo uso de biocarvão e impacto no RenovaBio

A partir da recuperação e organização de dados de estoques de C em solos brasileiros sob vegetação nativa, grãos, cana-de-açúcar, pastagem, etc., foi organizada planilha contendo valores de densidade e teores de C, teores de matéria orgânica e estoques de C, além de dados adicionais, importantes para a interpretação dos estoques de C. Essa planilha possui mais de 2.000 linhas que representam os valores de estoques de C compilados da literatura e aproximadamente 50 colunas, que trazem informações de localização (latitude e longitude), relevo, variáveis climáticas, textura do solo, uso da terra (anterior e atual), sistema produção (convencional, plantio direto, integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta), bioma, etc., além da referência bibliográfica e classificação da revista no Qualis/CAPES.

Essa planilha vem sendo aprimorada e alimentada com novas informações desde sua versão inicial, disponibilizada à equipe em fevereiro de 2019; e avanços importantes foram feitos no último período à que se refere o presente relatório.

As coordenadas dos estudos compilados foram corrigidas e padronizadas para o sistema de coordenadas geográficas e Datum Sirgas 2000, utilizando o software ArcGIS. Os pontos foram em seguida espacializados (ver Figura 1, R3, ANEXO 22), o que possibilitou observar a distribuição dos estudos no território nacional, de forma a diagnosticar regiões ou estados com escassez de informações. Esse diagnóstico direcionou novas buscas bibliográficas nas bases de indexação, com o objetivo de aumentar a representatividade das informações no nível de país, agregando se aos termos de busca os nomes dos estados sem representação até então.

A partir das coordenadas geográficas foi realizada análise de agrupamentos e espacialização por meio da ferramenta Kernel Density, da extensão “Spatial Analyst Tools”, do software ArcGIS 10.5. A ferramenta Kernel Density realiza uma contagem de todos os elementos dentro de um raio de abrangência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse, e possibilita avaliar a densidade de distribuição espacial dos estudos levantados (ver Figura 2, R3, ANEXO 22).

A partir dos pontos espacializados procedeu-se a obtenção das características biofisiográficas faltantes nos estudos levantados, para complementar os dados da planilha. Isso foi realizado utilizando-se a função “Extract by point” no software ArcGIS, que extrai as informações a partir

de um ponto de coordenadas XY. Foram utilizados ainda: (i) mapas em formato raster do clima e da temperatura média anual para o Brasil (ver Figura 3, R3, ANEXO 22); (ii) informações de precipitação do repositório Giovanni/Nasa (2020), que foram especializadas e interpoladas para o Brasil utilizando o método do inverso da distância, na ferramenta IDW no SIG ArcGIS ((ver Figura 4, R3, ANEXO 22); (iii) o Modelo digital de elevação SRTM 2 para obtenção da altitude nos estudos sem apresentação dessa variável (ver Figura 5, R3, ANEXO 22); e (iv) dados referentes aos biomas amostrados, utilizando-se o shapefile dos Biomas Brasileiros obtidos do IBGE (2003) (ver Figura 6, R3, ANEXO 22).

Para complementar os dados sobre os tipos de solos amostrados e fazer a correspondência entre os sistemas de classificação Sibcs da Embrapa, Soil Taxonomy, World Soil Reference e o sistema do IPCC soils foi utilizada tabela obtida de Embrapa (2020) (ver Tabela 1, R3, ANEXO 22), e complementada com a coluna de tipos de solos segundo o IPCC. Esta correspondência foi feita de forma arbitrária em acordo com considerações feitas pelos autores, considerando as características de textura e de reatividade das argilas.

Alguns estudos mais antigos realizados no país trazem somente dados de matéria orgânica do solo (MOS). No entanto, para o cálculo do estoque de C no solo há necessidade da densidade e do teor de C. Com a finalidade de aproveitar o maior número possível de estudos realizados no Brasil e melhorar a representação de algumas regiões do país, foram realizadas conversão do teor de MOS e C do solo e estimados valores de densidade.

Para a conversão da MOS e C utilizou-se o fator 1,724, que pressupõe um teor médio de C na MOS de 58%. Sabe-se que o teor de C na MOS apresenta alguma variação como indicam outros fatores também usados para a referida conversão, com valores acima de 2,0. A opção pelo fator 1,724 foi em função da análise da relação MOS/C de parte dos resultados compilados da literatura e por sua ampla aceitação internacional. No caso da densidade do solo, esta foi estimada numa primeira aproximação por meio do uso da equação de Post & Kwon (2000), em função da MOS.

Alguns valores de densidade do solo foram estimados a partir da MOS proveniente de artigos científicos que também traziam a densidade medida no laboratório. A qualidade dessas estimativas foi testada por meio de correlação linear entre valores estimados e os medidos (ver Figura 7A, R3, ANEXO 22). Um modelo alternativo foi obtido por meio de ajuste linear múltiplo de valores de densidade do solo em função dos teores de carbono e de argila. Esse modelo melhorou a estimativa da densidade em relação ao modelo de Post & Kwon (2000) (ver Figura 7B, R3, ANEXO 22).

Para os próximos meses serão testadas novas equações para estimar a densidade do solo e viabilizar a inclusão do maior número possível de publicações na compilação e metanálise dos dados de carbono no solo. Também serão estimados os estoques de C do solo para camadas intermediárias dentro dos intervalos de profundidade avaliados nas publicações. Essas estimativas serão individualizadas por trabalho e perfil do solo apresentado.

AP9: Calculadora de pegada de escassez hídrica para etanol de cana-de-açúcar (HidroCalc-cana)

As seguintes ações foram realizadas entre novembro de 2020 e fevereiro de 2021:

- Contratação de empresa com o objetivo de gerar base de dados para o cálculo da necessidade hídrica da cana-de-açúcar em municípios do Estado de São Paulo com aptidão agrícola.
- Contratação de empresa com o objetivo de gerar base de dados para o cálculo da pegada hídrica dos insumos utilizados na produção de etanol.

- Contratação de empresa para análise de requisitos e projeto da arquitetura da HidroCalc.
- Atualização do inventário de produção de cana-de-açúcar, tomando como base os dados do Anuário da Agricultura Brasileira e estudos da Agência Nacional de Água (ANA) sobre irrigação de cana-de-açúcar (em andamento).
- Reunião inicial com equipe de informática contratada, apresentando o objetivo e funcionalidades definidas para a calculadora. Definição dos dados de entrada pelo usuário, assim como gráficos e tabelas gerados pela HidroCalc para os usuários (em andamento).
- Elaboração do relatório técnico sobre a necessidade hídrica e de irrigação da cana-de-açúcar, com levantamento de informações necessárias ao cálculo do uso eficiente da água na irrigação (ver R3, ANEXO 23).
- - Elaboração das seguintes bases de dados acessórias:
 - Consumo de água na cadeia de produção dos insumos utilizados na produção agrícola da cana-de-açúcar e do etanol (por tipo de usina), considerando a base de dadosecoinvent (ver Quadro 1, R3, ANEXO 24);
 - Regiões (estados e países) onde ocorrem 60% da produção de cada insumo utilizado na produção de cana-de-açúcar e de etanol (ver Quadro 2, R3, ANEXO 24);
 - Fatores de caracterização mensais e anuais do método AWARE no Brasil e no mundo, por bacia hidrográfica, estado e país (ver Quadro 3, R3, ANEXO 24).

AP10: Definição da estratégia para a incorporação de novos dados e modelos na RenovaCalc

A atualização da RenovaCalc implica em alterações que impactam o cálculo da NEEA e consequentemente a geração de CBIO pelas usinas certificadas pelo RenovaBio. Implica também em alterações e atualizações no processo de certificação e recertificação de usinas no programa. Essa atividade prevê a proposição de uma estratégia de incorporação das melhorias na RenovaCalc. O responsável pela atividade vem acompanhando de perto as demais ações de pesquisa, em especial a AP1 a AP6, buscando subsídios para a formulação da proposta.

A incorporação de novas biomassas e outras possíveis funcionalidades na RenovaCalc está sendo acompanhada e discutida ainda no nível do grupo técnico. Futuramente, com o avanço das demais atividades, as melhorias propostas na RenovaCalc serão levadas para discussão no GT técnico RenovaBio, com a proposição da estratégia de incorporação das mudanças no programa. Como resultado final desta atividade, será elaborada uma Nota Técnica detalhando as alterações e suas implicações no programa.

AP11: Definição de estratégias para o sequestro de carbono no solo por captura e estocagem de carbono (BECCS, Bioenergy with Carbon Capture and Storage)

Nesta AP10 foram previstos a compilação e comparação dos tratamentos dados ao BECCS nas principais políticas e regulações internacionais sobre biocombustíveis. A partir desse levantamento, será elaborada uma proposta de incorporação do BECCS à RenovaCalc. Para isso, serão avaliados, com base na literatura e em resultados de simulação, os consumos energéticos e emissões de GEE associadas às principais estratégias de captura e sequestro de carbono consideradas atualmente, como por exemplo, a captura do CO₂ proveniente da fermentação e da combustão da biomassa em caldeiras. Atenção especial será dada à logística do CO₂.

No presente momento, a equipe está dedicada à modelagem do processo para diferentes sistemas: cana-de-açúcar, etanol 1G/2G, milho, cana-de-açúcar + milho. A ideia é estimar o

desempenho da captura nesses sistemas (com penalidades energéticas e estimativa do desempenho econômico).

Jaguariúna, 23 de março de 2021.



Marília I. S. Folegatti Matsuura
Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente
Coordenadora do projeto 20.20.00.060.00.00



Marcelo A. B. Morandi
Chefe-Geral da Embrapa Meio Ambiente