

Support to the Implementation of the Brazil Market Readiness Proposal (MRP) - Component 3 / Apoio à Implementação da Proposta de Preparação de Instrumentos de Mercado (MRP) do Brasil - Componente 3

The World Bank

Product 5 - Discussion Paper for Technical Workshop III (DP TWS III) / Produto 5 - Texto para Discussão para a Oficina Técnica III (TD OT III)

May, 24th 2018 / 24 de maio de 2018

FICHA TÉCNICA

Objeto do Contrato	Apoio à Implementação da Proposta de Preparação de Instrumentos de Mercado (MRP) do Brasil - Componente 3
Data de Assinatura do Contrato	15 de agosto de 2016
Prazo de Execução	27 (vinte e sete) meses
Contratante	The World Bank
Contratada	Fundação Getulio Vargas
Coordenador Geral	Mario Prestes Monzoni Neto

Sumário

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS	5
INTRODUÇÃO	6
1. PROJETO POMUC <i>OUTPUT</i> 6	7
2. PROJETO PMR BRASIL	10
3. OFICINA TÉCNICA	24
APÊNDICES (EM INGLÊS).....	30
APÊNDICE 1 - AGENDA PRELIMINAR	31
APÊNDICE 2 - MODELOS PROPOSTOS: COMPONENTE 2A (EM INGLÊS).....	35

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 ESTRUTURA E INTERAÇÕES: PROJETOS PMR BRASIL E POMUC	23
---	-----------

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AIR	Análise de Impacto Regulatório
BMU	<i>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit</i>
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq
CGE	<i>Computable General Equilibrium</i>
COMAC-MF	Coordenação Geral de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, Ministério da Fazenda
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia - Universidade Federal do Rio de Janeiro
FGV	Fundação Getulio Vargas
GEE	Gases de Efeito Estufa
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>
GT	Grupo de Trabalho
IPC	Instrumento de Precificação de Carbono
MF	Ministério da Fazenda
MRP	<i>Market Readiness Proposal</i>
PMR	<i>Partnership for Market Readiness</i>
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNR-GEE	Programa Nacional de Relato de Emissões de Gases de Efeito Estufa
PoMuC	Programa Política sobre Mudança do Clima
RIA	<i>Regulatory Impact Analysis</i>
TD	Texto para Discussão
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde ao **Produto 5 - Texto para Discussão para a Oficina Técnica III (TD OT III)**, do **Contrato Nº 7180192** celebrado entre **The World Bank**, doravante denominado como **Banco Mundial**, e a **Fundação Getulio Vargas**, objetivando o apoio à implementação da Proposta de Preparação de Instrumentos de Mercado (*Market Readiness Proposal - MRP*) do Brasil, no contexto da Parceria para Preparação de Instrumentos de Mercado (*Partnership for Market Readiness - PMR*).

Como previsto no Termo de Referência da Seleção # 1210048 do **Banco Mundial** e na **Proposta Técnica FGV Projetos 081-a/16**, apresentada para a referida seleção, o presente Texto para Discussão (TD) tem por objetivo introduzir temas e apoiar as discussões que serão realizadas na terceira oficina técnica (*workshop*) do Projeto.

Como a referida Oficina será realizada em conjunto com integrantes do Programa Política sobre Mudança do Clima (PoMuC), busca-se alinhar o entendimento dos participantes acerca do papel e escopo do trabalho de cada uma das equipes envolvidas, sendo elas: dos **Componentes 1 - Estudos setoriais para informar a política e a modelagem de impactos da precificação de carbono**, **2a - Modelagem para a estimação de Impactos Socioeconômicos da Adoção de Instrumentos de Precificação de Carbono**, **2b - Análise de Impacto Regulatório** e **3 - Comunicação, consulta e engajamento, no que diz respeito à precificação de carbono** do Projeto PMR Brasil, e a equipe do Projeto PoMuC *Output 6*. Para tal, busca-se apresentar de maneira geral e sintética os dois projetos, destacando a complementariedade entre os seus componentes e trabalhos associados.

Nos **Capítulos 1 e 2**, serão apresentados, para cada um dos componentes, o escopo do trabalho, os seus objetivos e as interfaces com os demais componentes envolvidos.

Na sequência, o **Capítulo 3** traz os objetivos gerais do evento e a descrição de cada sessão, visando à maior fluidez e melhor qualidade dos debates. Ao final, os **Apêndices 1 e 2** trazem a agenda preliminar e os modelos econômicos propostos para o **Componente 2a** do **PMR**, respectivamente.

1. Projeto PoMuC *Output* 6

O Programa Política sobre Mudança do Clima - PoMuC é um projeto de cooperação internacional entre os governos do Brasil e da Alemanha no âmbito da **Iniciativa Internacional para o Clima**, do Ministério do Meio Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear da Alemanha¹. O objetivo do programa é contribuir para o êxito de áreas selecionadas da Política Nacional sobre Mudança do Clima no Brasil.

No âmbito deste programa, o Ministério do Meio Ambiente do Brasil deverá ser apoiado na implementação de um Sistema de Transparência que inclui o Monitoramento, Relato e Verificação (MRV) de ações, que sirva de suporte para rastrear e demonstrar o progresso na implementação das políticas nacionais sobre clima, incluindo a implementação da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil (NDC) e do Plano Nacional de Adaptação, e o desempenho do Fundo Nacional de Mudanças do Clima (Fundo Clima). O PoMuC é um programa com duração prevista até 2021 e conta com sete *outputs* distintos.

Um desses corresponde ao Projeto PoMuC *Output* 6, que tem o **Ministério da Fazenda (MF)** como ponto focal por parte do Governo Brasileiro e visa à realização de um estudo de impacto regulatório da implantação de um Programa Nacional de Relato de Emissões de Gases de Efeito Estufa (PNR-GEE). Esse estudo visa subsidiar o processo de tomada de decisão a respeito da criação de um sistema de relato mandatório de emissões de GEE, que será útil, *inter alia*, para a operacionalização de um mercado de permissões de emissão ou outro instrumento de precificação de carbono, como a tributação de emissões. Deste modo, um sistema de relato deve anteceder o instrumento de precificação para que sirva de base para sua aplicação.

Além de estabelecer uma infraestrutura informacional necessária para a introdução de instrumentos de precificação de carbono, objeto de clara convergência entre os Projetos PoMuC *Output* 6 e PMR Brasil, outras razões também justificariam a introdução de um sistema de relato mandatório, por exemplo:

- ▣ Subsidiar o monitoramento de políticas públicas voltadas para a redução de emissões, visto que um sistema de relato mandatório pode prover de forma tempestiva as

¹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit (BMU).

informações relativas aos setores produtivos necessárias para demonstrar os resultados obtidos por políticas de clima;

- ▣ Antecipar questões relacionadas à competitividade internacional, devido a tendências de restringir, por meio de acordos internacionais, o comércio de produtos oriundos de países que não adotem políticas para redução de emissões. Para ser aprovado, um determinado produto deverá ter suas emissões monitoradas por meio de um sistema de relato;
- ▣ Subsidiar as negociações sobre ajustes de fronteira sobre importações adotados em países com preços para carbono (*Carbon Border Tax Adjustments*); e
- ▣ Desempenhar importante papel para reconhecer ações tomadas antecipadamente pelos agentes que eventualmente sejam regulados por políticas de mitigação de emissões.

Cabe observar que a implantação de um PNR-GEE foi recomendada pelo Grupo de Trabalho sobre Registro de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros (GT Registro), realizado em 2013 no âmbito do Núcleo de Articulação Federativa para o Clima.

Em suma, a pergunta norteadora do Projeto PoMuC *Output 6* pode ser definida da seguinte forma: **como desenhar um sistema de relato mandatório de emissões mais adequado para o Brasil, levando em conta aspectos políticos, técnicos e econômicos que afetam os agentes públicos e privados?**

Destacam-se seis produtos do Projeto PoMuC *Output 6* e seus respectivos cronogramas de entrega:

- ▣ **Produto 0 - Plano de Trabalho Detalhado:**
 - ▣ *Status:* Finalizado.
- ▣ **Produto 1 - Análise da Questão, Cenário de Linha de Base e Objetivos do PNR-GEE:** análise do ambiente atual em que se insere a proposta de relato compulsório de emissões, que envolve: contexto político, análise das iniciativas de relato de emissões em curso (ou que tenham sido postas em prática, mesmo que sem continuidade) nas esferas pública e privada, atores interessados e afetados pela política de monitoramento e todos os atores que estarão direta e indiretamente envolvidos para viabilizar uma regulação nesse sentido. Inclui, ainda, um estudo sobre falhas de mercado atuantes nesse ambiente, decorrente da

assimetria de informação causada por falta de informação *bottom-up* que é obtida por meio de relatos de emissões por parte de agentes econômicos e, finalmente, o refinamento dos objetivos de um programa nacional de relato de emissões.

□ *Status:* Versão final em elaboração.

- ▣ **Produto 2 - Justificativa para o Estabelecimento do PNR-GEE e Desenho das Opções Regulatórias:** análise de experiências internacionais, em especial sobre os gargalos e as soluções para obtenção de dados confiáveis dos agentes sobre suas emissões, além da avaliação dos custos das diversas soluções adotadas; a definição das metodologias e dos critérios de avaliação de impacto regulatório; a definição de opções regulatórias para o Programa; e a avaliação de como cada uma dessas opções de regulação pode contribuir para que sejam atingidos os objetivos do Programa.

□ *Status:* Em elaboração. Entrega prevista para maio de 2018.

- ▣ **Produto 3 - Análise de Impacto Regulatório a Partir das Opções Regulatórias:** trata da consulta a *stakeholders* a respeito das opções regulatórias propostas, a fim de obter informações sobre custos e percepção dos prováveis impactos – privados e públicos – de cada opção, bem como dos benefícios auferidos com a regulação. A análise dos dados e das informações coletadas em entrevistas, a classificação das opções regulatórias com base nos critérios adotados e nas proposições de monitoramento da implementação do Programa também fazem parte desse produto.

□ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para meados de outubro de 2018.

- ▣ **Produto 4 - Integração com o Projeto PMR Brasil:** será realizado de forma transversal aos demais produtos desta contratação. Trata-se de um processo de intercâmbio de informações entre este Programa e o Projeto PMR Brasil, visando ao alinhamento entre um sistema de relato de emissões, ora em estudo, e a eventual recomendação de adoção de instrumento de precificação de carbono, objeto do Projeto PMR-Brasil².

² Assim, serão realizadas recomendações ao Projeto PMR Brasil baseadas no aprendizado do processo de AIR do PNR-GEE, assim como será revisitada a classificação das opções regulatórias à luz das recomendações do Projeto PMR Brasil em termos de políticas de precificação de carbono, apontando os ajustes que se fizerem necessários.

- *Status*: Em realização concomitante aos outros produtos e com entrega final prevista para meados de dezembro de 2018.

- ▣ **Produto 5 - Disseminação das Opções Regulatórias e dos Resultados Finais**: trata da disseminação dos achados da AIR. Sumários executivos de fácil assimilação e apresentações serão confeccionados para divulgação durante três *workshops*.
 - *Status*: Não iniciado. Entrega prevista para meados de dezembro de 2018.

2. Projeto PMR Brasil

O Projeto PMR Brasil visa subsidiar o processo de tomada de decisão acerca do papel de instrumentos de precificação de carbono nas políticas de mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE), por meio de estudo e avaliação detalhada dos impactos de mecanismos de precificação de carbono sobre a economia, a sociedade e o meio ambiente³.

Importa ressaltar que o objetivo nacional de mitigação de emissões de GEE está dado pela NDC brasileira. A adoção de instrumentos de precificação de carbono para compor a política climática nacional deve ser considerada como uma opção para reduzir o custo total de cumprimento de tal meta, por meio da utilização de um instrumento econômico custo-efetivo. O trabalho proposto não se trata, portanto, de avaliar o custo de cumprimento da meta imposta pela NDC, mas de avaliar o custo relativo de cumprimento dessa meta por meio de diferentes pacotes de instrumentos. É, desta forma, realizar uma abordagem comparativa, tendo em vista que a meta está dada e deverá ser cumprida.

É importante levar em conta que, ao mesmo tempo em que a meta da NDC abre oportunidades de induzir a inovação e alavancar diferenciais de competitividade em diversos setores da economia

³ Apesar de reconhecer que a precificação de carbono é apenas um dos instrumentos possíveis para compor a política climática nacional, o Projeto foca apenas neste instrumento por sua relevância teórica e prática no contexto internacional, bem como por julgar já bastante ambiciosa a tarefa em mãos.

brasileira, seu alcance demandará esforços para redução das emissões, tanto em 2025, como em 2030.

O MCTIC⁴, com base na modelagem do Projeto Opções de Mitigação de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil, estima que seria possível alcançar a meta da NDC para 2025 com base em medidas com viabilidade econômica – isto é, custo de abatimento líquido não positivo –, decorrentes da plena implementação de medidas previstas na atual Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), além de algumas medidas adicionais.

Embora sejam medidas de abatimento do tipo *no regret* (com viabilidade econômica ao longo da sua vida útil), evidencia-se a necessidade de ações para eliminar barreiras que têm impedido a sua adoção (assimetria de informação; diferença de custo de oportunidade do capital, custos de transação, acesso a crédito, *lock-in* tecnológico, poder de mercado de agentes, entre outras). Já com relação à meta de 2030, o documento conclui que seu alcance está condicionado à adoção de medidas que apenas se viabilizariam economicamente em presença de um valor de carbono da ordem de US\$10/tCO₂e, adicionalmente aos programas e às políticas governamentais existentes.

Dessa forma, o alcance das metas da NDC é bastante desafiador, em especial considerando o atual quadro de restrições fiscais, que tem impactado a implementação das medidas previstas na PNMC. Mesmo a supressão das barreiras à adoção de medidas *no regret* tende a sofrer restrições em função dos custos associados a novas ações governamentais que se fazem necessárias.

Adicionalmente, o novo regime fiscal instituído pela Emenda Constitucional nº 95, de 15 de dezembro de 2016, implica reconhecer de forma transparente que há limites para que o Governo Federal amplie ou mesmo mantenha o rol de ações que requerem seu financiamento, considerando a necessidade de preservar gastos públicos essenciais nas áreas de saúde, educação e previdência, entre outras. Dessa forma, torna-se bastante improvável que tais metas possam ser alcançadas sem que se lance mão de novos instrumentos econômicos que reduzam a necessidade de recursos da União e que viabilizem a adoção das medidas com maior custo-efetividade.

⁴ Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações.

No Projeto PMR Brasil, instrumentos de precificação compreendem mecanismos que criam explicitamente um sinal de preços para as emissões de GEE, seja via tributação, seja via comércio de licenças para emissão. Reconhece-se, no entanto, que, quando implementados, tais instrumentos interagem com aqueles já em vigor, podendo gerar efeitos sinérgicos, de sobreposição ou conflitantes. Em função disso, as recomendações finais do projeto poderão contemplar ajustes em instrumentos existentes.

Nesse contexto, o Projeto PMR Brasil busca responder a duas perguntas norteadoras principais: i) **é desejável ter um instrumento de precificação de carbono compondo a política climática nacional no período pós-2020?**; ii) **em caso afirmativo, quais as principais características que o instrumento deve apresentar para otimizar a relação entre objetivos ambientais e desenvolvimento socioeconômico?**

Associadas a essas questões gerais, diversas perguntas específicas se colocam, abordando aspectos distributivos, tributários, de competitividade, de aceitação política, entre outros. Também é de interesse do projeto que essas questões sejam adequadamente tratadas.

Portanto, ao final do projeto, a recomendação pela adoção de instrumento(s) de precificação apenas será feita se: (i) houver evidências suficientes da sua contribuição para a redução do custo de cumprimento das metas assumidas; (ii) tais instrumentos são compatíveis com os objetivos mais gerais de desenvolvimento do país; e (iii) podem ser implementados de forma harmoniosa e coerente com as políticas públicas que influenciam as emissões de carbono. Dessa forma, a avaliação da possibilidade de adoção de instrumento(s) de precificação de emissões deverá contribuir para a preparação da estratégia de implementação da NDC brasileira e a revisão da PNMC.

Para responder tais perguntas, o Projeto PMR Brasil é composto por diversos **Componentes – 1, 2a, 2b e 3** – que são descritos a seguir.

COMPONENTE 1 - ESTUDOS SETORIAIS PARA INFORMAR A POLÍTICA E A MODELAGEM DE IMPACTOS DA PRECIFICAÇÃO DE CARBONO

O **Componente 1** tem por objetivo inicial estabelecer um panorama tanto da estrutura econômica e do perfil de emissões dos principais setores emissores brasileiros, quanto das políticas setoriais vigentes e dos instrumentos utilizados para implementá-las. Após esse mapeamento e análise, uma avaliação qualitativa de como instrumentos baseados na precificação de emissões poderiam afetar o desempenho dos setores analisados⁵ e interagir com os instrumentos de política vigentes deve ser realizada. Se por um lado tal interação pode ser de complementaridade e sinergia entre políticas, por outro sua combinação também pode ser contraproducente no sentido de prejudicar o funcionamento tanto do(s) instrumento(s) de precificação de emissões, quanto dos instrumentos adotados no campo das políticas setoriais.

Uma terceira possibilidade é que haja sobreposição de esforços, isto é, duas políticas tratando exatamente sobre o mesmo objetivo com instrumentos similares, implicando assim em ineficiência na alocação de recursos. Sendo assim, estabelecer uma melhor visão dos objetivos das políticas setoriais, bem como das interações potenciais entre instrumentos de precificação de emissões e instrumentos já existentes (tributários, creditícios, regulatórios, fomento à pesquisa e inovação, etc.) é requisito fundamental para o desenvolvimento de uma combinação de políticas que seja complementar, efetiva e eficiente do ponto de vista econômico.

Complementarmente à análise da realidade nacional, estudos detalhados sobre a experiência internacional no tema foram realizados, com foco similar ao dos estudos nacionais – isto é, analisando a estrutura setorial, as interfaces da precificação de carbono com outros objetivos de política existentes, os impactos sobre o desempenho setorial e ajustes que ocorreram em resposta à introdução do Instrumento de Precificação de Carbono (IPC), porém de uma perspectiva *ex-post*, dado que os instrumentos de precificação já haviam sido implementados nas jurisdições estudadas.

Com base nos estudos supracitados, o objetivo final do **Componente 1** será propor pacotes de instrumentos de precificação de emissões e possíveis ajustes de instrumentos de políticas setoriais

⁵ Energia Elétrica, Combustíveis, Indústria (Química, Alumínio, Papel e Celulose, Ferro e Aço e Cimento, Cal e Vidro) e Agropecuária (Pecuária e Fertilizantes).

existentes que otimizem a eficiência da implementação dos objetivos da NDC brasileira. Tais pacotes deverão orientar as atividades conduzidas sob o **Componente 2**, que trata da avaliação de impacto dos instrumentos propostos. A contratação do **Componente 2** foi dividida em duas partes, uma delas relativa à realização das modelagens necessárias para se avaliar o impacto socioeconômico da implementação do(s) pacote(s) de instrumento(s) proposto(s) – **Componente 2a** (Modelagem) – e a outra relativa à realização da Análise de Impacto Regulatório (AIR) da adoção do(s) mesmo(s) pacote(s) – **Componente 2b**. Tais componentes serão tratados nas próximas sessões.

Destacam-se sete produtos do **Componente 1** e seus respectivos prazos de entrega:

▣ **Produto 0 - Plano de Trabalho Detalhado.**

▣ *Status:* Finalizado.

▣ **Produtos 1 (Energia Elétrica e Combustíveis) e 2 (Indústria e Agropecuária) -**

Diagnóstico Setorial: é realizado um diagnóstico setorial para quatro setores da economia brasileira: energia elétrica, combustíveis, agropecuária⁶ e indústria⁷. Tal diagnóstico busca trazer: (i) análise da estrutura econômica de cada setor, focando em itens como formação de preços, estrutura de comércio e concentração de cada setor; (ii) caracterização do perfil de emissões e das opções de mitigação de emissões de GEE em cada setor; (iii) mapeamento das políticas setoriais vigentes e um diagnóstico de como cada uma delas interagiria com um potencial instrumento de precificação de carbono; e (iv) identificação e descrição dos instrumentos pelos quais as políticas mapeadas são implementadas.

▣ *Status:* Versão final aberta para comentários e sugestões.

▣ **Produtos 3 (Energia Elétrica e Combustíveis) e 4 (Indústria e Agropecuária) -**

Recomendações Setoriais: à luz dos produtos anteriores e das experiências internacionais, (i) identificam as interações entre os instrumentos de política existentes e um eventual instrumento de precificação de carbono, ainda não desenhado, e trazem

6 Pecuária e Fertilizantes.

7 Química, Alumínio, Papel e Celulose, Ferro e Aço e Cimento, Cal e Vidro.

recomendações setoriais de duas naturezas: (ii) propõem eventuais ajustes em políticas setoriais vigentes de forma a corrigir ou amplificar as interações observadas, “preparando o terreno” para a introdução dos instrumentos de precificação, e (iii) fazem recomendações acerca do desenho de instrumentos de precificação de carbono – tipo de instrumento, escopo, entre outros – para cada um dos setores de interesse do projeto, além de apresentar uma análise da experiência internacional com a adoção de instrumentos de precificação de carbono.

□ *Status:* Versão final em processo de conclusão.

- **Produto 5 - Recomendações para Cenários Alternativos de Pacotes de Instrumentos de Precificação:** fortemente baseado nos produtos anteriores, trará recomendações transversais, isto é, considerando a economia brasileira como um todo, acerca de pacotes de instrumentos de política climática voltados ao cumprimento da NDC brasileira de maneira custo-efetiva.

□ *Status:* Em elaboração. Entrega prevista para junho de 2018.

- **Produto 6 - Síntese:** este produto será um relatório síntese dos resultados do **Componente 1** do Projeto PMR Brasil, que apenas será entregue após a realização de revisão iterativa dos pacotes de política recomendados no **Produto 5**.

□ *Status:* Ainda não iniciado. Entrega prevista para maio de 2019.

COMPONENTE 2a - MODELAGEM PARA ESTIMAÇÃO DE IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA ADOÇÃO DE INSTRUMENTOS DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO

O **Componente 2a** (Modelagem) tem como objetivo estimar e analisar os impactos socioeconômicos da adoção de pacotes alternativos de instrumentos de política climática, com destaque para instrumentos de precificação de carbono, com vistas a cumprir as metas da NDC brasileira. Tais pacotes de instrumentos (Cenários de Política) serão propostos pelo **Componente 1** do Projeto PMR Brasil, após interação com as equipes dos **Componentes 2a e 2b**. Já os instrumentos constantes no Cenário de Referência serão propostos pela equipe do **MF** que coordena o projeto, após amplo debate com as equipes. Tanto os Cenários de Política, quanto o

Cenário de Referência também passarão pelo escrutínio de consultas públicas, para a sua revisão e validação, antes do início da modelagem *per se*.

Para simular os impactos dos pacotes de instrumentos envolvidos nos Cenários Regulatórios e de Referência, é necessário que, dentro do factível, os modelos utilizados pelo **Componente 2a** sejam flexíveis o suficiente para incorporar ao máximo os detalhes dos desenhos propostos. Deste modo, se faz indispensável a interação entre os componentes do projeto, com vistas a possibilitar a compatibilidade entre eles, com os produtos do **Componente 1** sendo incorporados à modelagem do **Componente 2a**.

Eventuais detalhes sutis dos desenhos propostos, como ajustes marginais em políticas existentes, que não possam ser incorporados à modelagem, deverão ser endereçados em outro componente do projeto, o **Componente 2b** (AIR). Entretanto, é importante frisar que um esforço técnico com vistas a incorporar o máximo possível de detalhes dos desenhos de instrumentos propostos será feito pela equipe de modelagem e os detalhes encaminhados ao **Componente 2b** serão devidamente debatidos com a equipe responsável por esse componente. Aspectos metodológicos da incorporação dos detalhes encaminhados ao **Componente 2b** e a compatibilização com os outros resultados encaminhados pelo **Componente 2a** estão entre os temas nos quais o **Componente 2b** deverá ter suporte.

O arcabouço geral proposto pelos especialistas do **Componente 2a** consiste em uma modelagem integrada, com dois modelos *bottom-up* setoriais – um para uso da terra (BLUM) e outro para o setor energético (MATRIZ) – integrados a um modelo *top-down* de equilíbrio geral computável (CGE) nacional, o IMACLIM. Além disso, uma versão global do IMACLIM proverá condições de contorno internacionais para a modelagem e possibilitará a análise de impactos em parâmetros de competitividade internacional dos pacotes propostos. Um segundo modelo CGE global, o *Economic Projection and Policy Analysis* (EPPA) do Massachusetts Institute of Technology (MIT), também será simulado para fins comparativos. Todos os modelos supracitados estão resumidos no **Apêndice 2** deste documento e serão devidamente tratados durante o *workshop*.

Com o arcabouço proposto, espera-se poder incorporar grande parte dos detalhes dos pacotes de instrumentos a serem simulados, bem como gerar resultados sobre variáveis socioeconômicas chave, como desigualdade de renda na população nacional e nível de atividade, emprego e renda setoriais.

Destacam-se seis produtos do **Componente 2a** e seus respectivos prazos de entrega:

- ▣ **Produto 0 - Plano de Trabalho Detalhado.**
 - ▣ *Status:* Em elaboração. Entrega prevista para meados de abril de 2018.

- ▣ **Produto 1 - Revisão de Literatura, Identificação de Melhores Práticas e Principais Limitações:** trará uma revisão da literatura nacional e internacional recente, identificando o estado da arte no assunto e as melhores práticas associadas, bem como as principais limitações existentes. Com base nas melhores práticas e limitações identificadas, a equipe deverá propor formas de adotar tais práticas e lidar com ou solucionar os entraves, aplicando as soluções propostas na modelagem.
 - ▣ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para meados de julho de 2018.

- ▣ **Produto 2 - Definição dos Cenários:** trará a definição dos cenários que serão simulados ao longo do trabalho do **Componente 2a**, baseados nos insumos providos pelos especialistas do **Componente 1**, após debates com as equipes dos **Componentes 2a, 2b**, e do **MF**. No relatório serão definidos que detalhes dos pacotes de instrumentos propostos serão simulados, como tais detalhes serão incorporados na modelagem, quais questões não se conseguiu incorporar aos modelos e os seus encaminhamentos para a equipe do **Componente 2b**.
 - ▣ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para meados de novembro de 2018.

- ▣ **Produto 3 - Descrição Metodológica e Análise dos Resultados:** trará uma descrição detalhada da metodologia utilizada nas simulações do **Componente 2a**, das bases de dados utilizadas, inclusive dos insumos recebidos do **Componente 1** e do Projeto Opções de Mitigação de Gases de Efeito Estufa em Setores-chave do Brasil, além de uma análise aprofundada dos resultados obtidos. Esse produto abordará, também, os principais resultados a serem encaminhados ao **Componente 2b**.
 - ▣ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para meados de março de 2019.

- ▣ **Produto 4 - Relatório Síntese (Final):** este produto será um relatório que sintetizará a metodologia utilizada, as bases de dados, os cenários simulados e os resultados obtidos.

Para este último será apresentada uma análise de seus principais pontos. Haverá também uma seção de encaminhamentos para o **Componente 2b**.

- *Status:* Ainda não iniciado. Entrega prevista para meados de junho de 2019.

- **Produto 5 - Capacitação:** realização de, ao menos, três sessões de treinamento para as partes interessadas indicadas pelo Comitê Executivo do Projeto, nas quais se apresentarão e esclarecerão os principais pontos das metodologias utilizadas no **Componente 2a** e da interpretação e análise dos cenários, dos parâmetros, das variáveis e, principalmente, dos resultados obtidos. Material didático será elaborado com esse objetivo.
- *Status:* Previsto para julho de 2019.

COMPONENTE 2b - ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO

O objetivo do **Componente 2b** (AIR) consiste em implementar todas as etapas de uma Análise de Impacto Regulatório, levando em consideração os resultados e elementos trazidos durante a realização dos **Componentes 1, 2a e 3** do projeto. O **Componente 2b** complementarará os resultados da modelagem, considerando outros impactos não passíveis de tratamento nos modelos econômicos, sejam eles quantitativos, ou qualitativos, e realizará a avaliação global por meio de uma comparação objetiva dos cenários regulatórios. Importa notar que alguns efeitos distributivos significativos entre setores e classes de famílias, por exemplo, poderão ser capturados pelos modelos, porém aqueles que não o forem serão considerados na AIR. O **Componente 2b**, portanto, consolidará todos os resultados relativos a impactos qualitativos e quantitativos levantados nos três componentes do Projeto PMR Brasil.

No **Componente 2b**, a AIR será implementada em 5 (cinco) fases, a saber:

- **Fase 1 - Desenvolvimento:** definição do problema, racionalidade da intervenção, objetivos de política e restrições institucionais, avaliação das evidências existentes e coleta de dados adicionais;

- ▣ **Fase 2 - Opções:** análise inicial dos cenários regulatórios e de referência. Essa análise compreenderá: (i) identificação e classificação dos custos; (ii) identificação de possíveis cobenefícios; e (iii) identificação dos grupos afetados;
- ▣ **Fase 3 - Consulta:** processo de consulta formal (e público) para consolidar os cenários regulatórios e avaliar a necessidade (ou não) de incluir custos e benefícios não listados;
- ▣ **Fase 4 - Avaliação:** definição da melhor ferramenta para avaliar e comparar os diferentes cenários. Se for possível monetizar os custos das diferentes opções, será dada preferência à análise custo-efetividade. Se houver divergência entre as partes interessadas com relação aos diferentes cenários e a monetização não for possível, será executada uma análise multicritério; e
- ▣ **Fase 5 - Recomendação e Avaliação *Ex-post*:** comparação dos cenários e recomendação de política. Essa fase também inclui a elaboração de uma proposta para monitorar a política recomendada e avaliar seus resultados.

Por conter em sua estrutura central elementos de consulta e participação dos atores potencialmente afetados pelas políticas propostas, a AIR trará para o Projeto PMR Brasil visões, preocupações e informações adicionais àquelas levantadas e identificadas durante a elaboração do **Componente 1** e do **Componente 2a** (Modelagem). Desse modo, a consultoria apresentará e implementará uma estratégia de consulta e participação dos atores potencialmente afetados e partes interessadas (*stakeholders*) que permita gerar informações, divulgar o andamento das análises e obter retorno das partes, a fim de dar legitimidade aos resultados alcançados. É desejável que a estratégia de consulta seja integrada às atividades do **Componente 3**, em especial aos seminários e *workshops*.

Destacam-se nove produtos e seus respectivos prazos de entrega:

- ▣ **Produto 0 - Plano de Trabalho Detalhado.**
 - ▣ *Status:* Finalizado.
- ▣ **Produto 1 - Passos Iniciais da AIR:** trará os produtos da fase de desenvolvimento da AIR, isto é, a definição do problema, a justificativa para a intervenção governamental e os objetivos de política.
 - ▣ *Status:* Primeira versão entregue.

- ▣ **Produto 2 - Análise do Cenário de Referência:** trará a definição das medidas que compõem o cenário de referência e os seus respectivos itens de custo (público, privado, orçamentário, discricionário, externo, entre outros), além de um mapeamento qualitativo de cobenefícios associados e dos atores a serem consultados (este último com a colaboração dos profissionais do Projeto PoMuC e do **Componente 3**).
 - ▣ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para meados de junho de 2018.

- ▣ **Produto 3 - Análise dos Cenários Regulatórios:** trará a definição das medidas que compõem os cenários regulatórios, providas pelo **Componente 1**, e os seus respectivos itens de custo (público, privado, orçamentário, discricionário, externo, entre outros), além de um mapeamento qualitativo de cobenefícios associados e dos atores a serem consultados (este último com a colaboração dos consultores do Projeto PoMuC e do **Componente 3**).
 - ▣ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para início de setembro de 2018.

- ▣ **Produto 4 - Consolidação da Consulta sobre os Cenários:** após a apresentação da metodologia e da realização de uma consulta formal com os *stakeholders* mapeados sobre os cenários de referência e regulatório, este produto consolidará as contribuições recebidas durante o processo. Uma análise dos efeitos dos comentários recebidos sobre os cenários postos em consulta também será feita, após reunião com as equipes envolvidas.
 - ▣ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para meados de outubro de 2018.

- ▣ **Produto 5 - Planilha de Custos dos Cenários de Referência e Regulatórios:** após a validação dos itens de custo a serem considerados nos Produtos 2 e 3 supramencionados, serão elaboradas planilhas detalhadas com os custos financeiros (custos de transação e administrativos, por exemplo) associados às medidas de implementação da NDC, com projeções até 2025 e 2030.
 - ▣ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista até maio de 2019.

- ▣ **Produto 6 - Metodologia de Avaliação e Comparação dos Impactos de Cada Cenário:** definidos os cenários de referência e regulatórios, e coletados os dados necessários, este

produto definirá a metodologia que será utilizada para avaliar e comparar os impactos de cada cenário, para fins de tomada de decisão.

□ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para meados de novembro de 2018.

- ▣ **Produto 7 - Avaliação, Comparação e Análise dos Impactos dos Diferentes Cenários:** trará a aplicação da metodologia selecionada, que deverá aliar todos os insumos recebidos de outras equipes dos projetos, bem como dados externos considerados relevantes às estimações realizadas no **Componente 2b**. Será, portanto, a consolidação de todos os resultados relativos a impactos qualitativos e quantitativos levantados ao longo do trabalho dos três componentes do Projeto PMR Brasil, com insumos do Projeto PoMuC, analisando e comparando os resultados relativos aos cenários alternativos de pacotes de instrumentos para a implementação da NDC brasileira.

□ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para meados de julho de 2019.

- ▣ **Produto 8 - Recomendação da Política Regulatória e Proposta para Avaliação *Ex-post* e Monitoramento:** será o relatório final do processo de AIR, que sintetizará a análise comparativa e recomendará a opção de política regulatória mais adequada, fundamentada nos resultados da AIR. Além disso, proporá um método para o monitoramento e avaliação *a posteriori* da política recomendada.

□ *Status:* Não iniciado. Entrega prevista para final de julho de 2019.

COMPONENTE 3 - COMUNICAÇÃO, CONSULTA E ENGAJAMENTO, NO QUE DIZ RESPEITO À PRECIFICAÇÃO DE CARBONO

O **Componente 3** do Projeto PMR Brasil visa promover a comunicação, consulta e engajamento de *stakeholders*, ou seja, de atores do governo, da sociedade civil e setor empresarial, além de fortalecer os estudos desenvolvidos no âmbito dos **Componentes 1 e 2**, promovendo a troca de conhecimento entre as equipes de trabalho responsáveis e delas com outros especialistas que não necessariamente estejam envolvidos na elaboração das análises setoriais ou avaliações de impacto.

Quanto à comunicação e consulta em relação aos resultados e outros pontos relevantes do projeto, o **Componente 3** atua, principalmente, por meio da realização dos três seminários para

engajamento de público-alvo mais amplo⁸. Além disso, participa dos processos de consulta a atores-chave, provendo apoio ao **MF** e aos especialistas responsáveis pelos demais componentes.

Em relação ao engajamento de *stakeholders*, a principal atuação do **Componente 3** se dá na realização de quatro oficinas técnicas (*workshops*), nas quais especialistas de diversas instituições participam de debates sobre elementos conceituais e técnicos dos trabalhos desenvolvidos sob os **Componentes 1 e 2**, com vistas a subsidiar os estudos conduzidos no Projeto PMR Brasil. O presente **Texto para Discussão** diz respeito ao terceiro *workshop*, tendo o primeiro sido realizado em 2016 e o segundo em 2017. Além disso, a equipe do **Componente 3** participa das reuniões do Comitê Consultivo do Projeto e oferece suporte ao mapeamento de atores-chave.

Por fim, o **Componente 3** desempenha atividades de apoio técnico na avaliação e no acompanhamento de outros componentes e projetos relacionados ao estudo dos impactos associados à implementação de diferentes instrumentos, em particular instrumentos de precificação de emissões⁹.

Em suma, as atividades do **Componente 3** incluem:

- ▣ Mobilização da comunidade científica necessária para garantir a qualidade de todos os estudos a serem executados pelo Projeto PMR Brasil, por meio do compartilhamento de resultados (parciais e finais) e da coleta de contribuições (*feedbacks*);
- ▣ Comunicação junto a atores-chave na área de mudanças climáticas, por meio de divulgação e aumento da conscientização quanto aos benefícios, requisitos e custos associados aos diferentes instrumentos considerados;
- ▣ Supervisão do trabalho de modelagem considerado sob o **Componente 2** e dos estudos sobre opções de desenho de instrumentos considerados sob o **Componente 1**; e
- ▣ Elaboração de Livro Branco (*White Paper*) a ser apresentado para aprovação de instâncias superiores do **MF** ao final do projeto, com conclusões e recomendações relativas às diferentes opções de instrumentos de precificação do carbono e seus respectivos desenho.

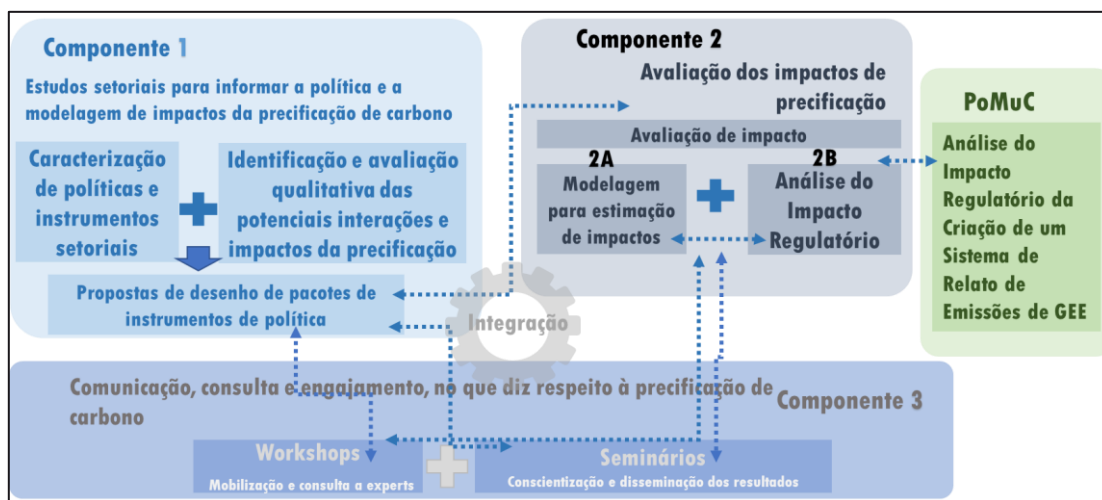
⁸ Dois desses seminários já foram realizados, em 2016 e 2017.

⁹ Presta apoio à contratação e supervisão dos estudos setoriais e à avaliação das opções de desenho de instrumentos (**Componente 1**), na elaboração dos Termos de Referência para contratação dos estudos a serem executados sob o **Componente 2**, na avaliação de propostas e acompanhamento dos estudos realizados sob este Componente.

Em termos gerais, os produtos preparados pelos especialistas do **Componente 3** são: um plano de trabalho detalhado, 13 relatórios de atividades (bimestrais), quatro relatórios de progresso (semestrais), quatro textos para discussão (anterior às oficinas técnicas), quatro relatórios de consolidação das oficinas técnicas e três relatórios de consolidação dos seminários.

Figura 2.1

Estrutura e Interações: Projetos PMR Brasil e PoMuC



3. Oficina Técnica

Com base nos objetivos colocados anteriormente, e a fim de refinar o processo de tomada de decisão e tornar os resultados do projeto os mais verossímeis possíveis, foi estabelecida a realização de quatro oficinas técnicas (*workshops*) ao longo do projeto. Nessas oficinas visa-se debater com especialistas temas fundamentais, como as principais características das estruturas dos setores de interesse e as diferentes abordagens e metodologias disponíveis para a avaliação de impactos da adoção de instrumentos de precificação de carbono.

Nesse sentido, o objetivo geral das oficinas técnicas é levantar essas e outras questões, no intuito de encaminhar da melhor forma possível a contratação, condução e acompanhamento dos estudos a serem conduzidos sob os **Componentes 1 e 2** do Projeto PMR Brasil.

A Oficina Técnica III do Projeto PMR Brasil, realizado em conjunto com o Projeto PoMuC *Output 6*, foi planejado para **promover a integração entre os componentes do Projeto PMR Brasil e entre esses componentes e o Projeto PoMuC**, alinhando o entendimento de cada equipe em relação ao seu papel e aos papéis de cada outra equipe envolvida nos projetos. É imperativo que as equipes, ao final do *workshop*, tenham clareza sobre o escopo e os objetivos de cada componente do Projeto PMR Brasil e do Projeto PoMuC *Output 6*, bem como saibam os pontos de interação entre o seu trabalho e o das outras equipes envolvidas¹⁰.

Os objetivos específicos desta Oficina Técnica são:

- ▣ Apresentar a estrutura e o escopo de trabalho, a metodologia, a caracterização e o cronograma de produtos de cada equipe envolvida;

- ▣ Apresentar resultados preliminares dos diagnósticos setoriais e das recomendações setoriais elaborados pelo **Componente 1** do Projeto PMR Brasil;

¹⁰ Isto é, saibam o que receberão como insumos de outras equipes e quando isso ocorrerá, quando deverão encaminhar seus produtos como insumos para outras equipes, bem como quais os principais pontos e datas de discussão de produtos/metodologias.

- ▣ Debater os aspectos levantados no primeiro ponto, alinhando o entendimento entre as equipes e promovendo uma maior integração entre componentes e projetos; e
- ▣ Ao final, estabelecer um cronograma único e atualizado de atividades, entregas e interações entre equipes.

Com base nesses objetivos foi construída uma agenda para este evento, incluída no **Apêndice 1**, cujas sessões buscam tratar pormenorizadamente cada um dos pontos de atenção levantados pela equipe do projeto:

PRIMEIRO DIA (3 DE MAIO)

- ▣ **Sessão 1: Uma Visão Geral dos Projetos PMR e PoMuC** - Além de dar uma visão geral de ambos os projetos, a sessão pretende apresentar o contexto no qual eles se inserem e suas implicações, bem como levantar os principais pontos inovadores dos projetos no contexto nacional, as principais preocupações dos gestores com relação a esses pontos e a necessidade de explorar as interações entre os projetos e componentes, de modo a integrar os trabalhos das diversas equipes envolvidas.
- ▣ **Sessão 2: Componente 1 do Projeto PMR Brasil** - Após apresentar e detalhar pontos do trabalho realizados no **Componente 1** (Estudos setoriais) – estrutura e objetivos do trabalho, metodologia de análise, cronograma e caracterização dos produtos, pontos preliminares de interação – a equipe desse componente apresentará os principais resultados dos Produtos 1, 2, 3 e 4, que envolvem o diagnóstico e as recomendações setoriais para os setores de energia elétrica, combustíveis, indústria e agropecuária. Por fim, falarão das expectativas para o Produto 5, que trará recomendações de pacotes de políticas para a economia como um todo.
- ▣ **Sessões 3, 4, 5 e 6: PMR Brasil Componente 2a, PMR Brasil Componente 2b, Projeto PoMuC e PMR Brasil Componente 3**, respectivamente - Estas sessões têm objetivos similares: apresentar os componentes restantes do Projeto PMR Brasil – **2a** (Modelagem), **2b** (AIR) e **3** (Comunicação e engajamento) – além do Projeto PoMuC. Em linha com a primeira parte da sessão anterior, objetiva-se detalhar pontos do trabalho realizado nos

respectivos componentes – estrutura e objetivos do trabalho, metodologia de análise, cronograma e caracterização dos produtos e pontos preliminares de interação. Adicionalmente, na Sessão 3, a equipe do **Componente 2a** apresentará a metodologia de modelagem integrada, descrevendo os modelos envolvidos e a estratégia de integração entre eles.

- ▣ **Sessão 7: Encerramento** - Trará um sumário das discussões do primeiro dia, ressaltando as principais mensagens.

SEGUNDO DIA (4 DE MAIO)

- ▣ **Sessão 1: Debates Metodológicos** - Após uma breve recapitulação do dia anterior, as equipes se dividirão em duas salas para o debate de temas específicos para a integração entre componentes dos projetos. Os debates serão realizados durante todo o período da manhã.

- ▣ **Sala 1- Modelagem dos Pacotes de Instrumentos Propostos:** A Sala 1 terá um debate focado na integração entre os **Componentes 1** e **2a**¹¹. Basicamente, espera-se que o debate seja focado em como tratar na modelagem integrada proposta pelo **Componente 2a** os diversos detalhes dos pacotes de instrumentos dos cenários regulatórios propostos pelo **Componente 1**. A incorporação da maior gama possível de detalhes dos pacotes de instrumentos na modelagem é de suma importância para o projeto, dado que é a modelagem que fará a maior parte da estimativa quantitativa dos impactos de cada um destes pacotes sobre variáveis socioeconômicas chave.

Assim, mesmo que no momento do *workshop* alguns dos detalhes não sejam prontamente incorporáveis à modelagem, deverá ser feito um esforço técnico posterior de aperfeiçoamento dos modelos propostos, para que o tratamento dos pacotes de instrumentos seja o mais completo possível. Naturalmente, é de interesse

¹¹ A proposta inicial é que a equipe do **Componente 1** apresente medidas, ainda que em versão preliminar, que possivelmente comporão os cenários regulatórios, com bom nível de detalhamento. Com base nas medidas apresentadas, debater-se-á a factibilidade de incorporação de cada medida à modelagem.

do projeto que se debata questões associadas a estes aperfeiçoamentos durante a sessão.

Exemplos de questões que devem ser abordadas são: (i) “Que tipo de detalhes dos pacotes propostos já poderiam ser incorporados à modelagem hoje e como isto pode ocorrer?”; (ii) “Como tratar detalhes que, hoje, ainda não seriam prontamente incorporáveis?”; e (iii) “Que aspectos parecem não ser passíveis de representação na modelagem?”. Quanto à esta última pergunta, é essencial que se pense, também, na forma de encaminhamento de tais detalhes para o **Componente 2b**, que deverá, com o suporte das equipes envolvidas nos **Componentes 1 e 2a**, tratá-los na AIR.

Ao final da sessão, espera-se ter maior clareza sobre os detalhes modeláveis dos pacotes, uma lista dos detalhes que demandam aperfeiçoamentos dos modelos para serem incorporados, e outra dos detalhes a serem encaminhados ao **Componente 2b**.

- **Sala 2 - AIR, Processos de Consulta e o Cenário de Referência:** o debate da Sala 2 será focado, principalmente, na discussão de aspectos metodológicos da Análise de Impacto Regulatório, bem como de aspectos práticos dos processos de consulta integrantes do processo de AIR. Tais debates terão como principais participantes as equipes do **Componente 2b** do Projeto PMR Brasil e do Projeto PoMuC, além da equipe do **Componente 3**.

Ainda, a Sala 2 terá espaço para uma discussão do cenário de referência do Projeto PMR Brasil, cuja definição é parte essencial da análise. Tal discussão terá a participação da equipe da Coordenação Geral de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (COMAC) do **Ministério da Fazenda**, uma das responsáveis pela elaboração de tal cenário¹².

¹² A construção do cenário de referência do Projeto PMR Brasil é tanto peculiar, quanto desafiadora, já que, ao contrário do que ocorre na maior parte dos estudos de AIR, o cenário de referência não está dado pela realidade na ausência da regulação proposta, mas pela implementação de instrumentos ainda não existentes – porém sem a precificação de carbono - com vistas ao cumprimento da NDC brasileira. O desafio se torna ainda maior já que ainda não existe definição oficial de tais instrumentos, tendo a equipe que elaborar uma proposta tentativa de cenário, com base no cruzamento de documentos governamentais no tema. O cenário de referência elaborado será posto em consulta pública para validação.

É esperado que, ao final da sessão: (i) após amplo debate, com possíveis aprimoramentos nas abordagens de ambas as partes, as metodologias de avaliação e comparação dos cenários de referência e regulatórios estejam parcialmente definidas e sejam aprovadas por todas as equipes envolvidas; (ii) a estratégia de consulta dos Projetos PMR Brasil e PoMuC esteja definida, com datas preliminares e métodos selecionados para cada etapa de consulta a ser realizada; e (iii) as medidas indicadas para compor o cenário de referência, bem como o método utilizado para selecioná-las, sejam ou validadas pelas equipes envolvidas, ou seja, definido um novo método de seleção, com o devido cronograma para uma nova discussão acerca do tema.

Uma parte importante do debate será acordar quais fases de consulta serão realizadas conjuntamente pelos projetos e quais serão realizadas em separado. Se, por um lado, a realização conjunta pode ajudar a prevenir a “fadiga consultiva”¹³, por outro os agentes consultados podem associar a regulação de relato à de precificação, potencialmente enviesando as respostas.

- ▣ **Sessão 2: Das Recomendações e Modelagem para a AIR** - Trará as principais mensagens do debate ocorrido na Sala 1 para as equipes de Análise de Impacto Regulatório, em particular a do **Componente 2b**. Após uma descrição geral dos temas debatidos, o foco será nos detalhes dos pacotes de instrumentos recomendados pelo **Componente 1** que não parecem ser incorporáveis à modelagem, já que estes deverão ser tratados no processo de AIR. Após a explanação, ocorrerá uma mesa redonda de debate, justamente para tratar o encaminhamento de tais detalhes para o **Componente 2b**.

- ▣ **Sessão 3: O Cenário de Referência e o Recebimento de *Feedbacks*** - Trará as principais mensagens do debate ocorrido na Sala 2 para as equipes dos **Componentes 1 e 2a**. Primeiramente, haverá uma explanação do que foi acordado em relação ao cenário de referência, que servirá de base de comparação para os cenários regulatórios propostos

¹³ Tradução livre do termo em inglês “*consultation fatigue*”, que descreve situações nas quais atores envolvidos são consultados excessivamente em relação à mesma temática.

pelo **Componente 1** e deverá ser modelado pela equipe do **Componente 2a**. Em seguida, será apresentada a estratégia de consulta e o cronograma para recebimento de *feedbacks*. Após a apresentação, uma mesa redonda debaterá os principais detalhes do cenário de referência e suas implicações para a modelagem do **Componente 2a**, bem como os processos de revisão de documentos resultantes dos comentários recebidos nos processos de consulta.

- ▣ **Sessão 4: Estratégia de Implementação Conjunta dos Projetos PMR Brasil e PoMuC**
 - Trará os principais pontos de interação entre as equipes envolvidas nos projetos, detalhando a estratégia conjunta dos processos de consulta e a incorporação dos resultados do Projeto PoMuC às análises do Projeto PMR Brasil.

- ▣ **Sessão 5: Encerramento do Evento** - Trará as principais mensagens do evento, os próximos passos de cada equipe e uma relação dos encaminhamentos. Além disso, trará um cronograma atualizado de entregas e interações entre as equipes envolvidas.

Apêndices (em inglês)

- ▣ **Apêndice 1 - Agenda Preliminar; e**
- ▣ **Apêndice 2 - Modelos Propostos: Componente 2a.**

Apêndice 1 - Agenda Preliminar

PMR & PoMuC Joint Workshop on MRV & Carbon Pricing Impact Analysis

03/05/2018 – 04/05/2018

Rio de Janeiro, RJ

Windsor Florida Hotel

R. Ferreira Viana, 81 - Flamengo, Rio de Janeiro, RJ

(21) 2195-6800

PMR & PoMuC Joint Workshop on MRV & Carbon Pricing Impact Analysis – Day 1

08:30 – 09:00 **Welcome Coffee**

09:00 – 10:15 **Session 1 - General Overview of PMR and PoMuC Projects.**

Opening and welcome remarks

- Mr. Christophe de Gouvello, World Bank
 - Mr. Aloisio Melo, Ministry of Finance, Brazil
 - Ms. Anja Wucke, GIZ (to be confirmed)
-

PMR objectives and activities

- Mr. Christophe de Gouvello, World Bank

PMR-Brazil and PoMuC Projects

- Mr. Aloisio Melo, Ministry of Finance, Brazil

Q&A

10:15 – 12:30 **Session 2 - PMR Brasil Component 1**

Component presentation: main features, products and interactions

- Mr. Sérgio Margulis (WayCarbon)
- Ms. Denise Teixeira (Volga), Ms. Laurene Desclaux (UFRJ), Mr. André Lucena (COPPE), Ms. Silvia Miranda (CEPEA)
- Mr. Ronaldo Seroa (WayCarbon/UERJ)

Q&A

12:30 – 14:00 **Lunch Break**

14:00 – 15:15 **Session 3 - PMR Brasil Component 2a**

Component presentation: main features, products and interactions

- Mr. Emílio La Rovere (COPPE)
- Mr. Sérgio Cunha (COPPE), Mr. Marcelo Moreira (AGROICONE), Mr. William Wills (EOS)

Q&A

15:15 – 16:10 **Session 4 - PMR Brasil Component 2b**

- Ms. Lúcia Salgado (LHS)

Q&A

16:10 – 16:25 **Coffee Break**

16:25 – 17:05 **Session 5 - PoMuC Project**

- Mr. Gustavo Luedemann (GFA)

Q&A

17:05 – 17:15 **Session 6 - PMR Brasil Component 3**

- Mr. Guarany Osório (FGV)

Q&A

17:15 – 17:30 **Session 7 - Closing Remarks**

- Mr. Aloisio Melo (Ministry of Finance)

PMR & PoMuC Joint Workshop on MRV & Carbon Pricing Impact Analysis – Day 2

08:30 – 09:00 Welcome Coffee

09:00 – 09:15 **Opening session**

Recap, agenda and objectives of Day 2

09:15 – 12:15 **Session 1 - Methodological Discussions**

Room 1: Modelling of Proposed Instruments' Packages

Debate between researchers of Components 1 and 2a: main features of the recommendations, modelling capabilities / caveats, issues and ways forward.

Room 2: RIA (Regulatory Impact Analysis), Consultations Process and Reference Scenario

Debate between researchers of Components 2b, PoMuC 3 and MF: main features of the reference scenario, consultation points / strategy / consolidation, communication strategy.

12:15 – 13:45 Lunch Break

13:45 – 15:00 **Session 2 - From Recommendations and Modelling to RIA**

Main messages from room 1

- Outputs to Component 2b, issues, ways forward.

Roundtable of debate

15:00 – 16:00 **Session 3 - Reference Scenarios and Feedbacks**

Main messages from room 2

- Reference scenario for Component 2a and consultations/ feedbacks to Components 1/2a
- Collection of suggestions on the joint implementation strategy of the PMR Brasil and Output 6 PoMuC projects

Roundtable of debate

16:00 – 16:15 **Coffee Break**

16:15 – 16:45 **Session 4 - Joint implementation strategy: PMR Brazil and PoMuC
Projects**

16:45 – 17:15 **Session 5 - Closing Session**

Wrapping up the event: key messages, next steps and unsolved issues

Apêndice 2 - Modelos Propostos: Componente 2a¹⁴ (em inglês)

IMACLIM

IMACLIM-R BR is a hybrid CGE model designed to assess medium to long-term macroeconomic impacts of aggregate price or quantity-based carbon policies, in an accounting framework where economic flows and physical flows (with a special focus on energy balances) are equilibrated.

The model departs from the standard neoclassical model in the main feature that its description of the consumers' and producers' trade-offs, and the underlying technical systems, are specifically designed to facilitate calibration on the base year and the projection of technical coefficients according to bottom-up expertise in the energy field. A special treatment is given to guarantee technical realism to the simulations of even large departures from the reference equilibrium. Other significant features include (i) a special treatment of the general technical change induced by the shifts in energy systems, informed by sectorial models; and (ii) a sub-optimal equilibrium of the labor market.

The growth engine is simple, and the potential growth results from the multiplication of the projected active population by labor productivity gains. Each sector can have different labor and capital productivity gains, as well as different foreign trade behaviors, allowing for precision when calibrating the model according to a given macroeconomic scenario previously determined. Nonetheless, the flexibility to adapt to varying economic conditions is constrained by short-term rigidities, for example, capital stock inertia, frictions in reallocating the labour force and wage rigidity. Such aspects must also be taken into account in the bottom-up models that integrate the modeling framework.

The current version of the model (Wills, 2013; Wills & Lefevre, 2012) includes the following features:

¹⁴ Todas as descrições contidas nessa sessão foram retiradas da proposta técnica do Componente 2: "Selection Number: 1246606 Selection Title: Preparation of Modeling to Estimate the Socioeconomic Impacts of the Adoption of a Carbon Pricing Instrument as part of Brazil's NDC implementation package - Component 2a (Modeling)". Submetido por: LIMA – Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente/COPPE/UFRJ.

- Up to 19 productive sectors: 6 energy sectors (biomass, coal, oil, natural gas, oil products, electricity), construction, freight and passenger transportation, livestock, rest of agriculture, 6 industrial sectors (paper, cement, steel, non-ferrous, chemicals, mining), rest of industry and a 'composite' sector (the rest of the economy – services mainly). Sectors can be aggregated according to simulation purposes;
- Extensions of benchmark hybrid I-O table: emissions-intensive sectors are represented in physical units - tons of oil equivalent units for energy goods, tons for industrial goods, data in m² of land for agriculture and husbandry, ton.km for freight transportation and pass.km for passenger transportation;
- Income classes split into deciles and aggregated in up to 6 income classes allowing for a precise welfare analysis. Income classes can be aggregated according to simulation purposes.

For specific energy or end-use sectors, the IMACLIM-R BR model does not use Constant Elasticities of Substitution (CES) functions, calibrated on base year database: when attempting to simulate future technical choices, these functions incur the risk of depicting obsolete or implausible behavior and technical systems. Instead, bottom-up models or sectorial information are used to inform the model about technical changes.

In addition, the IMACLIM-R BR model focuses on energy use and its derived emissions, while the Brazilian emissions profile accounts for various non-energy sources, including even non-CO₂ gases. In that sense, individual bottom-up modules are needed to describe specific behavior of technological choices for levels of demand and relative prices, for key sectors, namely agriculture and husbandry, energy supply, transport, waste, industry and buildings. Regarding energy demand and supply, the energy system must be detailed enough to represent its peak load balance, which is crucial for long-term deep decarbonization scenarios in which intermittent renewable sources can play an important role.

As macroeconomic outputs both affect and are affected by choices made within these sectors, a feedback mechanism is required in order to guarantee economic consistency between the top-down and the bottom-up modules. Future improvements are still needed to improve the soft-link between these modules and the IMACLIM-BR model, contemplating the mid-term equilibria previously mentioned. The exchange of information every five years between the top-down and bottom-up modules indicates how key variables that are common to interacting sectors evolve along the

assessed period, translated into updated technical coefficients. It also assures consistency among the modules, via convergence criteria for the selected key variables.

From the model's base year (2005) to the present (2015), economic evolution must be consistent with observed macroeconomic indicators. The model calibration is set according to existing data available in National Accounts, Energy Balance, GHG inventories, among others.

Regarding the input-output framework used in CGE modeling, such changes must be translated into evolving production frontiers, which result from different price vectors, command and control or other policies that are linked to available technologies and global trends in general.

IMACLIM-R BR uses information from experts and sectorial models (bottom-up) to describe relevant innovation potential curves. Each sector has a set of technologies that can be implemented by 2050 and the incorporation of this sectorial information in IMACLIM-R BR model is made in two simultaneous ways:

- (a) through the physical flows side: technological evolution that results in fuel substitution, and energy efficiency is translated in terms of updated technical coefficients. This is also valid for other physical components of the model, such as land, tons of industrial production and pass.km and t.km in transportation, for example.
- (b) through the monetary flows side: cash flows, total investments in the period relative to the above mentioned variations on the physical components are also informed to IMACLIM-R BR.

Current BU models running along with IMACLIM-R BR are: simulation excel spreadsheet models for AFOLU, Waste and IPPU; LEAP, for energy demand, for all sectors, and Matriz, a partial equilibrium, energy optimizing model created by CEPEL (Adapted from Wills, 2013).

All GHG emission sources are accounted by the sectorial models, such as Agriculture, Land Use and Forestry (AFOLU), Energy (demand and production, broken down by sectors - industry, transport, energy sector, residential, services, agriculture), Industrial Processes and Product Use (IPPU) and Waste.

It is important to highlight that IMACLIM-R BR model is prepared to run simulations year by year as in a fully recursive CGE model, if necessary. However, such an exercise would require successive bottom-up rounds, with sectorial information translated into the IMACLIM-R BR framework, which is a time-consuming task.

The following table present the sectors currently represented in IMACLIM-R BR. For the work proposed here, there will be further disaggregation of sectors, as required by the ToR.

Table 1. Sectors currently represented in IMACLIM BR

Sector	
1	Biomass for energy production
2	Coal
3	Oil
4	Natural Gas
5	Oil Derivatives
6	Electricity
7	Construction
8	Load Transport
9	Passenger Transport
10	Livestock
11	Agriculture
12	Pulp and Paper
13	Cement
14	Iron and Steel
15	Non Ferrous
16	Chemical
17	Mining
18	Other industries
19	Other goods and services

MATRIZ

The Energy Matrix Projection Model (MATRIZ) was conceived as a tool to support long-term energy system expansion planning studies, such as the National Energy Plans (PNE), prepared by the Ministry of Mines and Energy (MME) and by the Energy Research Agency (EPE).

Briefly, this is a large computational model, based on linear programming, which receives as exogenous input data on the evolution of the demand of different energy sources and availability of resources from primary, secondary and final sources, and the basic characteristics of "Technologies", resulting in the values of the electric and fuel production capacities and the optimum value of the energy flows in all the energetic chains considered, including eventual imports and exports, every five years, for the entire study horizon. It should be noted that, in the definition of the expansion optimization problem, some additions of production capacity and / or energy transport (electric or fuel) can be admitted as exogenous input data.

The MATRIZ model seeks to find among the numerous "viable solutions" to the expansion optimization problem, which minimizes the present value of the total cost of investment and operation of the energy system, also known as the "optimal solution" (there may be more than one solution of minimal cost). It is defined as a viable solution to the problem, any alternative supply of the various energy sources capable of supplying the quinquennial energy demands for the scenario (demands for subsystem electricity, fuels by type, etc.), satisfying all other restrictions provided (Limits of capacity of electric power generation sources, minimum and maximum capacity factors by source, transport boundaries between regions, processing capacity and refining profiles of existing and new refineries, limits of processing capacity, import and / or Regasification of natural gas, availability of sugarcane bagasse for thermoelectric generation, etc.).

In general, technologies are represented in aggregate form, since individualized representation would significantly increase the complexity of integrated energy chain analysis. It is worth mentioning that, for the Brazilian energy system, integrated analysis becomes increasingly important due to the prospect of expanding the production of sugarcane for ethanol production and the supply of natural gas with the exploitation of the reserves of the Pre-salt. The expansion of these chains impacts the oil chain, the competition between ethanol and petroleum derivatives in the means of transport and the electricity chain, through the cane bagasse cogeneration plants and natural gas thermoelectric plants.

Long-term studies using the MATRIZ model allow us to define a strategy to expand energy chains considering their interdependencies, environmental constraints and government policies. This strategy can then be taken to expansion sectoral planning for more detailed planning, taking into account the technical, economic and environmental impacts of individual technology projects.

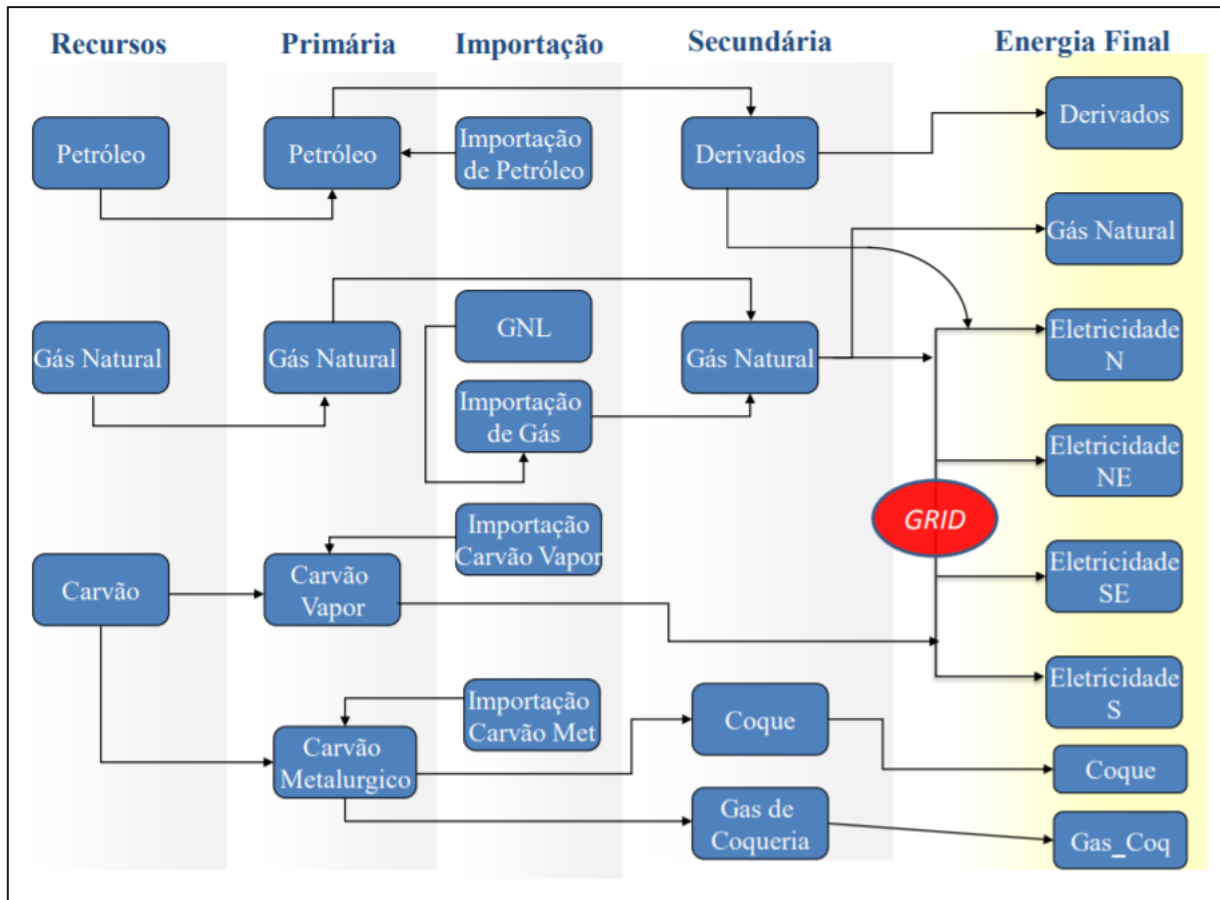
The difference of individualized representation of technologies in sectoral and aggregate models in energy systems models indicates an iterative procedure between the sectorial models and the MATRIZ model to be adopted in the planning studies. To do so, the MATRIZ program offers facilities to include restrictions on investment and operating variables, as well as penalties on energy flows and environmental restrictions.

The use of the MATRIZ model makes it possible to outline scenarios for the optimized expansion of the production capacity of all available energy sources in the country by the year 2050 and to consolidate projections of the Brazilian Energy Matrix consistent with the assumptions established in the definition of the GGP.

As a consequence, it is possible to provide the IMACLIM-R BR macroeconomic model with more precise results on the evolution of the consumption of the different energy sources, as well as the type of investment necessary to expand the supply of the various energy sources capable of satisfying this demand growth in the scenario considered.

The following figure shows in a simple way how the model represents the different energy chains:

Figure 1 - Simple way how the model represents the different energy chains



The planning horizon is divided into K multiyear periods, being all years of the same period considered identical. The expansion capacity in each period are defined on annual basis and considered available at the beginning of the first year of the period. The corresponding investment costs are considered as incurred in the first year of the period. Demand balance analysis is also carried out on annual basis and the operational costs of all years of the period considered as incurred in the middle of the period.

The system operation can be analyzed in more detail by splitting the year into Z seasons and each season in L hourly based stages. Technologies are represented by consuming one or more energy forms and producing one or more energy forms at constant coefficients. For each technology i at each period k, the variables x_i^k and $y_i^k(sz,l)$ represent, the amount of capacity invested and energy

generated in season sz and stage l , respectively, given in the unit of thousand tonnes of oil equivalent (ktoe).

These variables are defined by considering, for each technology i , one of its input or output energy forms as the technology reference energy form. Technology capacity is defined as the amount of reference energy form produced or consumed by technology along the year uninterruptedly.

Variables x_i^k refer to the additions in period k of these capacities and can be subject to minimum or maximum annual expansion constraints. They are penalized in the objective function by the unitary investment costs and by penalties for the socio-environmental impacts associated with the technology expansion. These impacts are modeled by decomposing the environment into synthesis components. Similarly, the operation variables $y_i^k(sz, l)$ refers to the amount of reference energy produced or consumed in the period k , season sz , hourly stage l . They can be also subjected to annual constraints and penalized in the objective function by the unitary operational costs and by penalties associated with pollutant emissions.

Some technologies have the flexibility to operate in more than one mode. In this case, technology can be modeled by defining the energy forms consumed and produced in each operational mode, their coefficients, unitary cost and the reference energy form of each mode.

In addition, technology reference capacity is defined based on the first mode reference energy form. The technology capacity in the other modes (operational upper limit) is then defined proportionally to the reference capacity, i.e. by means of coefficients determined by the relation between the reference capacity and the capacity of the other modes. In this case, instead of one operational variable, there is one specific operational variable $y_{i,z}^k(sz, l)$ for each mode z , which refers to the amount of reference energy produced or consumed in this mode in period k , season sz , stage l .

Mathematically, the problem can be described in a compact formulation by the following optimization problem

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \quad & c^T x + d^T y \\
 \text{s.a.} \quad & Ax \leq b \quad (1) \\
 & M_1 y \leq L_{ext} \quad (2) \\
 & M_2 y \geq 0 \quad (3) \\
 & M_3 y \geq D \quad (4) \\
 & -Ex + Fy \leq 0 \quad (5) \\
 & x \in \mathfrak{R}_+^n, \quad y \in \mathfrak{R}_+^q
 \end{aligned}$$

Where x and y vectors are the technology investment capacity and operation options, respectively, and the set of constraints:

- (1) refer to the investment limits on technology expansion capacity;
- (2) refer to the extraction limits of the reserves;
- (3) refer to the energy balance of the intermediary energy forms (primary and secondary energy forms);
- (4) refer to the energy demand balance;
- (5) refer to the technology operational limits, coupling the investment and operation variables.

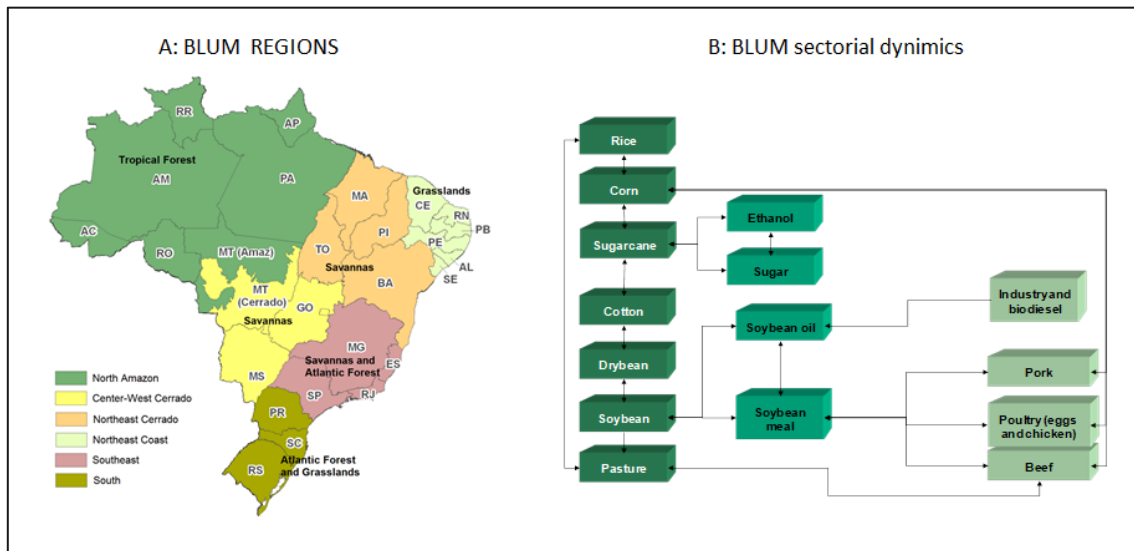
BLUM

The Brazilian Land Use Model (BLUM) was initially developed in 2008, in a partnership between the Center for Agricultural and Rural Development (CARD, Iowa State University) and the Brazilian Institute for International Trade Negotiations (ICONE) to improve the methodologies used by the Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI). BLUM was used to quantify direct and indirect effects of biofuels expansion, including direct and indirect land use changes GHGs emissions (LUC and iLUC), supporting US-EPA rulemaking process for Renewable Fuel Standard. The model rapidly became a major tool used for planning long-term mitigation and adaptation strategies in Brazilian Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) sector.

It was used in the Brazilian Low Carbon study to draw scenarios for long term mitigation strategies, by the Strategic Affairs of the Presidency (Federal Government), aimed to develop national strategies and actions that subsidize the Brazilian government on long term public policies implementation regarding climate change impacts on agriculture and land use (including food security and deforestation), it is also quoted as one of the references for land use in the design of Brazilian INDC, amongst others. Along almost 10 years of development and use, the model database and dynamics is currently used as refence for Brazilian Governmental bodies (such as EMBRAPA,

Ministry of Environment, Ministry of Energy, Ministry of Foreign Affairs) in national and international land use related regulations.

Figure 2 - (A) BLUM Regions; (B) Sectorial Dynamics.



It is a single-country, multi-regional, multi-market, dynamic, partial equilibrium economic model for the Brazilian agricultural sector. The model includes the following products: soybeans, corn (first and second crop), cotton, rice, dry beans (first and second crop), sugarcane, wheat, barley, dairy, livestock (beef, broiler, eggs and pork) and commercial forests, which represents about 95% of Brazilian agricultural area. It splits Brazilian territory into six main geographic regions according to agricultural patterns and land characteristics such as biome limits, environmental legislation and land use dynamics (figure 1A, left). The model built in hard links that enables interactions with other scales (FAPRI global model and Agroicone' Microregional model)

A comprehensive description of the BLUM model structure is available at Nassar et al (2011). the latest updates of the model are available at and Moreira et al (2016).

The supply and demand section

In the supply and demand section, the demand is projected at the national level and formed by domestic demand, net trade (exports minus imports) and final stocks (which are not considered for dairy and livestock sectors and sugarcane), which respond to prices and to exogenous variables such as Gross Domestic Product (GDP), population and exchange rate. Some sectors, has

additional specific demand variables. The supply is formed by national production (which is regionally projected) and beginning stocks (again considered only for grains and final sugarcane-based products) and responds to expected profitability of each commodity, which depends on costs, prices and yields. Land allocation for agriculture and livestock is calculated for six regions, as showed in Figure 1 (left).

National supply and demand and regional land use of each product respond to prices. Consequently, for a given year, equilibrium is obtained by finding a vector of prices that clears all markets simultaneously. Year by year, a sequence of price vectors is found, which allows the market trajectory to be followed through time. The outputs of the model are: regional land use and change, national production, prices, consumption and net trade. It also has a GHGs emissions module covering Agricultural emissions (2nd national inventory) and Land Use GHGs emissions elaborated specifically for BLUM (EPA, 2010).

Annual production in each region comes from the product of allocated land and yields. National production is the sum of all regions' production, in addition to beginning stocks. This relationship guarantees the interaction between the land use and supply and demand sections of the model, considering that the following identity must be satisfied:

$$\textit{Beginning stock} + \textit{Production} + \textit{Imports} = \textit{Ending Stock} + \textit{Consumption} + \textit{Exports}$$

or, considering that $\textit{Net Trade} = \textit{Exports} - \textit{Imports}$:

$$\textit{Beginning stock} + \textit{Production} = \textit{Ending Stock} + \textit{Domestic Consumption} + \textit{Net Trade}$$

BLUM also takes into account interactions among the analyzed sectors, and among one product and its sub-products. For example, the interaction between the grain and livestock sectors is the feed consumption (basically corn and soybean meal) that comes from the supply of meat, milk and eggs, which is one component of the domestic demand for corn and soybeans. In the case of the soybean complex, the components soybean meal and soybean oil are parts of the domestic demand for soybeans and are determined by the crush demand. Similarly, ethanol and sugar are the components of sugarcane demand (Figure 1, right).

The land use section

The land use dynamics is divided in two effects: competition and scale. Intuitively, competition effect represents how the different activities compete for a given amount of available land, and the scale

effect refers to the way that the competition among different activities generates the need for additional land. This need is accommodated by the expansion of total agricultural area over natural vegetation.

The competition effect consists in a system of equations that allocates a share of agricultural area to each crop and pasture in each region as a function of its own and “cross” price-profitability. It establishes that, for a given amount of agricultural land, the increase in the profitability of one activity will result in an increase in the share of area dedicated to this activity and reduce in the share of area of your competing activities.

The regularity conditions (homogeneity, symmetry and adding up) are imposed so that the elasticity matrices (and associated coefficients) are theoretically consistent (Holt, 1999). For any set of these coefficients we calculate own and cross impacts and competition among activities. Then, using this structure, simulations in BLUM allow us to calculate not only land allocation, but also land use changes. In other words, the conditions allow the identification of the exchanged area for each activity, considering the amount of total allocated agricultural area.

In order to guarantee coherence of the above mentioned conditions, pasture area is regionally and endogenously determined, but modeled as the residual of total agricultural area minus crop area. Beyond, BLUM also explicitly models dynamics of pasture technology, which allows for endogenously represent pasture intensification and degraded pasture recovery. In the context of the Brazilian agriculture, it is particularly relevant to project pasture both endogenously and regionally, since it represents around 77% of total land used for agricultural production.

Although the competition among activities may represent regions where the agricultural area is stable and near its available potential, this is an insufficient analysis for Brazil. Recent Brazilian agricultural history shows that crops, commercial forests and pastures combined respond to market incentives by contributing to an expansion of the total area allocated to agriculture (as can be seen in Nassar et al., 2011). This effect is captured in the scale section of the BLUM. This methodological improvement is essential to adjust the model skills to the specific reality of the Brazilian agricultural land use dynamics.

The scale effect refers to the equations that define how the returns of agricultural activities determine the total land allocated to agricultural production. More precisely, total land allocated to agriculture is a share of total area available for agriculture, and this share responds to changes in the average return of agriculture regionally.

Scale and competition effects are not independent. In conjunction, they are the two components of the own return elasticities of each activity. Considering a ceteris paribus condition, the increase in profitability of one activity has three effects: increase in total agricultural area (through average return), increase in its own share of agricultural area and, therefore, reduction in the share of agricultural area of other activities. For competing activities, cross effects of profitability on area are negative.

As mentioned previously, the own elasticities of each crop are the sum of competition and scale elasticities. At the same time, regional elasticity of land use with respect to total agricultural returns (total Agland elasticity) is the sum of the scale elasticities of each activity (regionally calibrated using GIS imagery). Therefore, competition elasticities can be calculated directly after total Agland elasticity while total own elasticities were obtained through econometric analysis and literature review.

Land use equations¹⁵

In the BLUM land use section, the area a of crop i of each region l ($l=1, \dots, 6$) in year t is defined by the following equation:

$$a_{ilt} = A_l^T * m_{lt} * s_{ilt} \quad (1)$$

A_l^T is the total area available for agricultural production in the region l ; m_{lt} is the share of A_l^T that is currently used for agricultural production (all crops and pasture¹⁶), and s_{ilt} is the share of the area used by agriculture that is dedicated to crop i . A_l^T is an exogenous variable defined by GIS modeling. The variable m_{lt} is endogenous to the model and responds to the average agricultural market return (profitability) index of region l (r_{lt}), so the share of area allocated to agriculture can be defined as:

$$m_{lt} = \frac{A_{lt}}{A_l^T} = k r_{lt}^{\alpha_i} \varepsilon_{it}^{\alpha_i} \quad (2)$$

¹⁵ HARFUCH, L.; BACHION, L. C.; MOREIRA, M. M. R.; NASSAR, A. M.; CARRIQUIRY, M. Empirical Findings from Agricultural Expansion and Land Use Change in Brazil. Handbook of Bioenergy Economics and Policy, Volume II: 273-299.

¹⁶ Pasture model is more detailed in HARFUCH, L.; NASSAR A. M.; ZAMBIANCO W. M.; GURGEL A. C. Modelling Beef and Dairy Sectors' Productivities and their Effects on Land Use Change in Brazil. Rev. Econ. Sociol. Rural [online]. 2016, vol.54, n.2. Available in: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032016000200281>

where k is a constant parameter; $\varepsilon_{r_l}^{Al}$ is the land supply elasticity (with respect to the average return) for region l (results for the Brazilian average is presented in Barr et al. 2010). The parameter α_{lt} is positive, higher or lower than one and can be defined as:

$$\alpha_{lt} = 1 - \frac{A_{lt} - A_{l0}}{A_l} \quad (3)$$

where A_{l0} is the land used for agriculture in a defined base period. When agricultural land in period t is close to the base period, α_{lt} is close to 1 and it does not affect $\varepsilon_{r_l}^{Al}$. However if agricultural land in t is larger than in the base period, the parameter α_{lt} is smaller than one and reduces the effect of $\varepsilon_{r_l}^{Al}$. The opposite occurs when current agricultural land is smaller than (A_{l0}), increasing the land supply elasticity.

The r_{lt} is calculated through evidences that indicate which activities most expand in the agricultural frontier defined as:

$$r_{lt} = \sum_{i=1}^n r_{it} * d_{li} \quad (4)$$

where d_{li} is a weighting vector of deforestation rate caused by each agricultural activity obtained by satellite imagery and GIS modeling. We can then calculate the weighting

$$d_{li} = \frac{D_{li}}{D_l^T}; \text{ where } D_l^T = \sum_{i=1}^n D_{li} \quad (5)$$

vector d_{li} as follows:

According to Holt (1999) the cross area elasticity of crop i with respect to the return of other crops j can be defined as:

$$\varepsilon_{r_{ij}}^{l,i} = \frac{\partial a_{ilt}}{\partial r_{jlt}} \frac{r_{jlt}}{a_{ilt}} = A_l^T \left(\frac{\partial m_l(r_{lt})}{\partial r_{lt}} \frac{\partial r_{lt}}{\partial r_{jlt}} s_{ilt}(r_{ilt}, r_{jlt}) + m_l(r_{lt}) \frac{\partial s_{ilt}(r_{ilt}, r_{jlt})}{\partial r_{jlt}} \right) \frac{r_{jlt}}{A_l^T m_l(r_{lt}) s_{ilt}(r_{ilt}, r_{jlt})} \quad (6)$$

Which by rearranging terms leads to:

$$\varepsilon_{r_{ij}}^{l,i} = \frac{\partial m_l(r_{lt})}{\partial r_{lt}} \frac{\partial r_{lt}}{\partial r_{jlt}} \frac{r_{jlt}}{m_l(r_{lt})} + \frac{\partial s_{ilt}(r_{ilt}, r_{jlt})}{\partial r_{jlt}} \frac{r_{jlt}}{s_{ilt}(r_{ilt}, r_{jlt})} \quad (7)$$

The first term on the right hand side of equation (6) can be defined as the scale effect of the cross area elasticity $\mathcal{E}_{r_{lj}}^{s_{l,i}}$:

$$\mathcal{E}_{r_{lj}}^{s_{l,i}} = \frac{\partial m_l(r_{lt})}{\partial r_{lt}} \frac{\partial r_{lt}}{\partial r_{jlt}} \frac{r_{jlt}}{m_l(r_{lt})} \quad (8)$$

The competition effect of the cross area elasticity $\mathcal{E}_{r_{lj}}^{c_{l,i}}$ is the last part in the right hand side of equation (6):

$$\mathcal{E}_{r_{lj}}^{c_{l,i}} = \frac{\partial s_{ilt}(r_{ilt}, r_{jlt})}{\partial r_{jlt}} \frac{r_{jlt}}{s_{ilt}(r_{ilt}, r_{jlt})} \quad (9)$$

By analogy, the area elasticity of crop i related to its own return is also formed by the scale and competition effects and can be written as:

$$\mathcal{E}_{r_{li}}^{l,i} = \frac{\partial m_l(r_{lt})}{\partial r_{lt}} \frac{\partial r_{lt}}{\partial r_{ilt}} \frac{r_{ilt}}{m_l(r_{lt})} + \frac{\partial s_{ilt}(r_{ilt}, r_{jlt})}{\partial r_{ilt}} \frac{r_{ilt}}{s_{ilt}(r_{ilt}, r_{jlt})} = \mathcal{E}_{r_{li}}^{s_{l,i}} + \mathcal{E}_{r_{li}}^{c_{l,i}} \quad (10)$$

Where $\mathcal{E}_{r_{li}}^{s_{l,i}}$ is the scale effect and $\mathcal{E}_{r_{li}}^{c_{l,i}}$ is the land competition component of the area elasticity of crop i with respect to its own return¹⁷.

The land competition component can then be calculated as:

$$\mathcal{E}_{r_{li}}^{c_{l,i}} = \mathcal{E}_{r_{li}}^{l,i} - \mathcal{E}_{r_{li}}^{s_{l,i}} \quad (11)$$

The link between the regional land supply elasticity ($\mathcal{E}_n^{A_l}$) and the scale effect of each activity ($\mathcal{E}_{r_{li}}^{s_{l,i}}$) can be observed. The land supply elasticity can be defined as:

$$\mathcal{E}_n^{A_l} = \frac{\partial m_l}{\partial r_l} \frac{r_l}{m_l} \quad (12)$$

And, rearranging:

$$\frac{\partial m_l}{\partial r_l} = \mathcal{E}_n^{A_l} \frac{m_l}{r_l} \quad (13)$$

The elasticity with respect to the variation in return of a given crop i in region l is:

¹⁷ Also explained in Nassar *et al.* (2009) available at <http://www.iconebrasil.com.br/arquivos/noticia/1872.pdf>

$$\varepsilon_{r_{ii}}^{s_{i,i}} = \frac{\partial m_l}{\partial r_l} \frac{\partial r_l}{\partial r_{ii}} \frac{r_{ii}}{m_l} \quad (14)$$

Which, from equation (14) and with some calculation, can be rewritten as:

$$\varepsilon_{r_{ii}}^{s_{i,i}} = \varepsilon_{r_l}^{A_l} \frac{\partial r_l}{\partial r_{ii}} \frac{r_l}{r_{ii}} \quad (15)$$

From equation (4), equation (15) can be rewritten as:

$$\varepsilon_{r_{ii}}^{s_{l,i}} = \varepsilon_{r_l}^{A_l} d_{li} \frac{r_l}{r_{ii}} \quad (16)$$

Using equation (15), if the land supply elasticity is known, the scale effect of activity i can be easily calculated. As a result, the vector containing all land competition component elasticities $\varepsilon_{r_{li}}^{c_{l,i}}$ represents the diagonal of the competition matrix (one for each region l). Along with other restrictions (such as the regularity conditions and negative cross elasticities) the diagonal terms are then used to obtain the cross elasticities in the competition matrix, as represented in equation (9).

For winter or second crops, such as wheat, barley, corn second crop and dry bean second (and third) crop, the allocated area and production have different dynamics than the first crops presented above. Since corn second crop does not compete for land as it is planted after a principal crop, the area projections were based on the following equation:

$$a_{ii}^l = \alpha_i^l + \beta_i^l a_{jt}^l + \delta_i^l r_{jt}^l + \phi_i^l r_{ii}^l + \varphi_i^l a_{ii-1}^l \quad \begin{matrix} i=\text{corn} \\ j=\text{soybean} \end{matrix} \quad (17)$$

Where r_{ii}^l is the profitability of corn second crop, r_{jt}^l is soybeans return, a_{jt}^l is the soybean area and a_{ii-1}^l is the previous observed corn second crop area. For the parameters: $\beta > 0$, $\delta > 0$, $\phi > 0$ and $\varphi > 0$.

For dry beans second crop we have a simpler dynamics, which projected area depends only on its own returns. Wheat and barley area projections depend on its own expected return.

EPPA

The MIT Economic Projection and Policy Analysis (EPPA6) model is a computable general equilibrium (CGE) model of the global economy. It has been applied to the study of policy impacts on the economy and emissions, prospects for new technologies, agriculture and land use, and—in some versions—environmental feedbacks on the economy through human health and agricultural

productivity. The model is usually modified to incorporate higher resolutions for some technologies or activities. Paltsev et al. (2014a) included detailed representations for different household transportation technologies, various sources of first generation biofuels, and land-use change; other modifications have included details for the refined oil sector, aviation sector, and health impacts from pollution.

EPPA6 is a multi-region and multi-sector recursive dynamic computable general equilibrium (CGE) model of the world economy. The recursive approach suggests that production, consumption, savings and investment are determined by current period prices. Savings supply funds for investment, and investment plus capital remaining from previous periods forms the capital for the next period's production. EPPA6 is solved at 5-year intervals from 2010 onward up to 2100 to generate scenarios of greenhouse gases (GHGs), aerosols, and other air pollutants emissions from human activities. Labor endowment grows at a pre-determined rate influenced by population and productivity growth rates. The model is formulated in a series of mixed complementary problems (MCP), which may include mixtures of both equations and inequalities (Mathiesen, 1985; Rutherford, 1995; Ferris and Peng, 1997). It is written and solved using the modeling languages of GAMS and MPSGE, and the latter is now a subsystem of the former (Rutherford, 1999).

There are three types of agents in each region: household, producers, and government. The household owns primary factors including labor, capital, and natural resources, provides them to producers, receives income from the services they provide (wages, capital earnings and resource rents, pays taxes to the government and receives net transfers from it. In addition, household allocates income to consumption and savings. Producers (production sectors) transform primary factors and intermediate inputs (outputs of other producers) into goods and services, sell them to other domestic or foreign producers, households, or governments, and receive payments in return. To maximize profit, each producer chooses its output level, and—under the given technology and market prices—hires a cost-minimizing input bundle. Production functions for each sector describe technical substitution possibilities and requirements. The government is treated as a passive entity, which collects taxes from household and producers to finance government consumption and transfers.

Many CGE models, including EPPA, use nested Constant Elasticity of Substitution (CES) functions with various inputs to specify preferences and production technologies. CES functions are constant

return to scale (CRTS), which means if all inputs are doubled, the output will be doubled as well. Although CRTS makes solving the model easier, it suggests an income elasticity of one for all period. For instance, with food consumption, existing studies have shown that, as income grows, the expenditure shares on food consumption tend to decrease (Zhou, 2012; Haque, 2005), which suggests an income elasticity of less than one. In previous versions of EPPA, consumption shares were adjusted between periods to account for the declining share of food consumption with income growth, but the CRTS properties were kept within each period. In EPPA6, we take a further step toward a within-period non-homothetic preference. Our strategy is to adopt the approach presented in Markusen (2006) by applying a Stone-Geary preference system within the MPSGE framework.

This system requires a shift parameter that changes the reference point of consumption from zero (as in the CES case). The shift parameter, often referred to as the subsistence consumption level, is calibrated to match estimated regional income elasticities. Note that for a set of constant shift parameters in the Stone-Geary system, income elasticities will eventually converge to one as income grows. To overcome this limitation, we recalibrate the shift parameter for each period so the income elasticities match estimated levels, even as income grows. A caveat for this treatment is that, as in previous versions of EPPA where the consumption shares of the utility function are updated over time, the consumer's preference of EPPA6 is recalibrated periodically¹⁸.

The dynamics of EPPA6 are determined by both exogenous and endogenous factors. Exogenous factors include projections for the BAU GDP growth, labor endowment growth, factor-augmented productivity growth, autonomous energy efficiency improvement (AEEI), and natural resource assets. For each region, we assume that the labor endowment increases proportionally to population growth, subject to productivity growth adjustments. In the BAU simulation, we adjust the factor-augmented productivity levels proportionally (Hicks-neutral adjustment) to match that region's assumed BAU GDP growth profile. Since expectations of future economic growth are often in terms of GDP rather than underlying factors such as labor, land, capital, energy productivity, or resource availabilities, we have included a model feature that automatically calibrates a Hick's neutral adjustment to match a pre-specified GDP growth rate. Dynamics determined endogenously include savings, investment, and fossil fuel resource depletion.

¹⁸ This implies that the equivalent variation (EV) can only be used for measuring the within-period welfare change.

Regions, sectors, and backstop technologies

EPPA6 disaggregates the global economy into 18 regions, as shown in Table 2. The main economic data used in EPPA6 is GTAP 8, the latest GTAP database with the base year 2007 when the study is finished. GTAP 8 classifies the global economy into 129 regions, 57 sectors (commodities) and 5 types of production factors (GTAP, 2013). For each sector in each region, the database provides information such as bilateral trade and input-output structure—key inputs for a global CGE model. While the original GTAP 8 data are at a lower level of aggregation, for efficiency and feasibility considerations, global CGE models are often run at more aggregated levels. EPPA6 aggregates the GTAP 8 regions, sectors, and production factors into 18 regions (see Table 2), 14 sectors (see Table 3), and 4 factors (labor, capital, land, and natural resources).

Regarding sectors of the model, shown in Table 3, in EPPA6 we separate Ownership of Dwellings from EPPA5's Other Industries sector. With this treatment, we are able to better represent the household's energy consumption for heating or cooling. In particular, this makes energy use complementary with expansion of dwellings. While there is the possibility to substitute other inputs for energy within dwellings through investment, for example, in more efficient heating, ventilation, and air-conditioning (HVAC) systems or more efficient building design, general scaling up of the dwelling sector (with increases of population and income) requires proportionally more energy, unless energy prices rise and stimulate substitution.

Table 2. Regions in EPPA6

Region	EPPA6	Regions	EPP6
United States	USA	South Korea	KOR
Canada	CAN	Indonesia	IDZ
Mexico	MEX	China	CHN
Japan	JPN	India	IND
Australia, New Zeland & Oceania	ANZ	Brazil	BRA
European Union*	EUR	Africa	AFR
Eastern Europe and Central Asia	ROE	Middle East	MES
Russia	RUS	Latin America	LAM
East Asia	ASI	Rest of Asia	REA

* The European Union (EU-27) plus Croatia, Norway, Switzerland, Iceland, and Liechtenstein.

Table 3. Sectors in EPPA6

Sector	EPPA6
Agriculture – crops	CROP
Agriculture – Livestock	LIVE
Agriculture – Forestry	FORS
Food Products	FOOD
Coal	COAL
Crude oil	OIL
Refined Oil	ROIL
Gas	GAS
Electricity	ELEC
Energy-Intensive Industries	EINT
Other Industries	OTHR
Ownership of Dwellings	DWE
Services	SERV
Transport	TRAN

Based on engineering, we consider “backstop technologies”— new or alternative technology options not presented explicitly in GTAP 8—as shown in Table 4. To produce the same outputs as those from current technologies, backstop technologies are usually more expensive to operate in the base year. Because of this, most backstop technologies have not run at commercial scales or have not operated at all so far, but they may become economic in the future pending changes such as higher fossil fuel prices or policy interventions. Some backstop technologies in Table 4 have been run at nontrivial scales since 2007 (mostly due to incentives or support provided by the government), including wind power, solar power, first generation biofuels, and bio-electricity. We calibrate the model so for historical runs (years 2007 and 2010), the output levels of these technologies match those of the World Energy Outlook from the International Energy Agency (IEA, 2012).

Table 4. Backstop technologies in EPPA6

Backstop Technology	EPPA6
First generation biofuels	Bio-fg
Second generation biofuels	Bio-oil
Oil shale	Synf-oil
Synthetic gas from coal	Synf- gas
Hydrogen	H2
Advanced nuclear	Adv-nucl
IGCC w/ CCS	Igcap
NGCC	Ngcc
NGCC w/ CCS	Ngcap
Wind	Wind
Bio-Electricity	Bioelec
Wind power combined with bio-electricity	Windbio
Wind power combined with gas-fired power	Windgas
Solar generation	Solar