

Brasil – Potência Econômica e Ambiental No Século 21

Foco na Economia de Baixo Carbono

**CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE
DA FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (GVces/FGV-EAESP)**

20 de outubro de 2014

Expediente

Apoio

EDF – Environmental Defense Fund

Organização responsável pelo estudo

Fundação Getulio Vargas (FGV)

Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da

Escola de Administração de Empresas de São Paulo (EAESP)

Coordenação do estudo, GVces

Mario Monzoni, Guarany Osório

Equipe técnica do estudo, GVces

Gustavo Velloso Breviglieri, Renato Armelin, Susian Martins

Agradecimentos

Alexandre Gros (GVces), Amalia Safatle (GVces), Daniela Gomes (GVces), Guilherme Borba Lefevre (GVces), Inaiê Takaes Santos (GVces), Ricardo Barretto (GVces), Rodrigo Carneiro (GVces), Pedro Piris Cabezas (EDF), Ruben Lubowski (EDF), Stephan Schwartzman (EDF).

Apresentação da motivação do estudo pela Environmental Defense Fund (EDF)

Enquanto as evidências de mudança global no clima tornam-se cada vez mais claras e aumentam a frequência e a força de eventos climáticos extremos, governos e empresas estão deixando de perguntar se é preciso controlar as emissões dos gases do efeito estufa (GEE) e discutindo como, quando e quanto é preciso investir para reduzir as emissões.

Controlar as emissões terá custos, mas também criará enormes oportunidades econômicas e financeiras. É, contudo, fundamental ressaltar que não controlar as emissões também terá custos significativos. O Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC), da Organização das Nações Unidas, estima que os custos de um aquecimento global de 2°C (tido como limite para evitar as consequências mais perigosas do aquecimento) teria custos da ordem de 0,5 a 2% do PIB global até 2050. Se o aquecimento for superior a tal limite, os custos aumentarão¹.

Muitos atores globais, públicos e privados já estão agindo e investindo no combate à mudança climática. Análise recente estima que US\$1 bilhão por dia é gasto, principalmente do setor privado, em ações para evitar ou mitigar o aquecimento global². Diversos países e regiões estão tomando medidas substanciais para enfrentar o problema:

- Nos Estados Unidos, em 2014 o presidente Obama promulgou regulações que cortarão as emissões de CO₂ de usinas de energia elétrica a 30% abaixo dos níveis de 2005 até 2030 nos Estados Unidos. Essa meta, junto com regras extensivas para reduzir as emissões de gases efeito estufa (GEE) de automóveis e caminhões, e um aumento rápido nos investimentos em energia renovável, colocaram os EUA no início do caminho para uma economia de baixo carbono.
- A Califórnia, por si só a décima maior economia no mundo, já está implementando programa próprio, adotado em lei estadual em 2006³, para reduzir as emissões aos níveis de 1990 até 2020, inclusive por meio de um mercado de carbono abrangente que cobre todas as maiores fontes emissoras de GEE no estado. Espera-se que tal mercado seja aberto aos créditos de alta qualidade provenientes de sistemas de redução do desmatamento, desde que rigorosamente verificados.
- O Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS), apesar dos atuais preços baixos das permissões (*allowances*), continua a cumprir seu compromisso de limitar as emissões das maiores fontes de GEE. O tamanho total deste mercado foi estimado em €56 bilhões em 2012. Em 2014, a Comissão Europeia aprovou propostas para reduzir o “cap”, a partir de 2020, e implementar outras medidas para fortalecer o desempenho do ETS.
- A China tem se comprometido a reduzir suas emissões de GEE entre 40% a 45% por unidade do PIB até 2020 e lançou planos pilotos de comércio de emissões em sete províncias e cidades.
- China e EUA – o primeiro e segundo maiores emissores no mundo – têm negociado uma série de acordos para colaboração com o objetivo de reduzir emissões de CO₂.
- No total, mais de 60 nações e estados estão implementando ou planejando regulamentações de redução ou contenção das emissões de CO₂ no planeta.

Esses fatos sugerem que um acordo global poderá ser firmado na Conferência das Partes (COP 21) em Paris em 2015, incluindo contribuições de todas as economias maiores. Porém, é pouco provável que tal acordo seja um tratado legalmente vinculante (tal como o Protocolo de Kyoto).

Ainda assim, um eventual acordo de Paris pode servir para facilitar a abordagem da mitigação da mudança climática “de baixo para cima” (*bottom-up*), impulsionada por diversas ações nacionais, por exemplo, por meio do estabelecimento de um fórum para países assumirem compromissos baseados nas suas metas e programas domésticos, junto com arcabouços transparentes e compartilhados para medir e reportar o progresso no atingimento dessas metas.

¹ <http://static.newclimateeconomy.report/TheNewClimateEconomyReport.pdf>

² Barbara Buchner et al., 2013. <http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2013/10/The-Global-Landscape-of-Climate-Finance-2013.pdf>

³ <http://www.arb.ca.gov/cc/ab32/ab32.htm>

Tal contexto global sugere três implicações importantes para países que estejam avaliando ações domésticas:

Primeiro, as indústrias intensivas em energia e expostas à competição internacional (tais como siderurgia, alumínio, cimento) em economias com emissões de carbono reguladas, continuarão a buscar “ajustes fronteiriços de carbono” (*Border Adjustment Measures*), ou restrições na importação de commodities de alto carbono provenientes de jurisdições sem regulação, visando reduzir o “vazamento” do carbono e defender a sua competitividade internacional.

Tais “ajustes” são previstos e permitidos no Acordo Global sobre Comércio e Tarifas⁴ (GATT), inclusive com fabricantes franceses de cimento já tendo proposto uma medida desse tipo na União Europeia. A siderurgia norte-americana e outras indústrias expostas aos mercados internacionais conseguiram incluir tais dispositivos na legislação de mudança climática aprovada pela Câmara dos Deputados dos EUA em 2009, e a questão também surgiu na Califórnia.

Enquanto medidas para evitar competição internacional desleal são implementadas, deixar de regular as emissões dos GEE virará uma desvantagem competitiva no comércio internacional, podendo eventualmente fazer com que exportadores não regulados de bens com altas emissões tenham que comprar e apresentar licenças (*allowances*) ou *offsets* para acessar mercados regulados.

Em segundo lugar, enquanto os mercados de carbono estaduais e nacionais continuam a se desenvolver, estes passarão a ser integrados em mercados emergentes plurilaterais, talvez alinhados a relações comerciais existentes. Por exemplo, Califórnia e Quebec já vincularam seus mercados de carbono formalmente. Similarmente, Califórnia e México assinaram um memorando de entendimento para ampliar a cooperação sobre mudança climática.

À medida que esses mercados plurilaterais surgirem, os países celebrando tais parcerias desfrutarão dos benefícios da integração, inclusive de mercados de carbono mais estáveis, e – se as medidas fronteiriças para evitar competição desleal proliferarem – de barreiras comerciais menores para o comércio de bens carbono-intensivos.

Finalmente, a regulação governamental será complementada por ações corporativas voltadas para cadeias de produção de commodities, motivadas pela demanda crescente de consumidores por maior qualidade ambiental e sustentabilidade nos produtos.

O *Consumer Goods Forum*, composto por mais de 400 empresas, com receita total combinada superior a US\$3,1 trilhões, comprometeu-se a eliminar o desmatamento nas cadeias produtivas da carne, soja, e óleo de palma até 2020. Empresas líderes da indústria de bens de consumo (como Nestlé, Unilever e Kellogs) tem adotado metas próprias de desmatamento zero.

Por sua vez, a Associação Brasileira de Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), diante da moratória de soja proposta pelos importadores europeus, parou de comprar soja de terras desmatadas após 2006. Os principais produtores e compradores de soja também estão discutindo critérios para maior sustentabilidade no âmbito da Mesa Redonda para Soja Responsável⁵.

Além disso, líderes como Walmart, que enfrentam a complexidade e o custo de rastrear os produtos nas cadeias de valor até o nível do produtor ou do proprietário individual, contemplam a possibilidade de definir “zonas de desmatamento zero” (estados, municípios, ou consórcios de municípios) de onde poderiam obter produtos livre de desmatamento. Essas tendências criam oportunidades para jurisdições que consigam reduzir o desmatamento ao longo do tempo, que eventualmente podem se tornar marcas de commodities de alta qualidade ambiental, parecido com o “*appellation d’origine contrôlée*” dos vinhos franceses.

Ao mesmo tempo, as empresas identificam, de forma crescente, riscos para suas cadeias produtivas que a mudança climática acarreta, e voluntariamente se comprometem com a sustentabilidade. O *Corporate Register* identificou 8.500 empresas de 170 países que produzem relatórios sobre sustentabilidade⁶. Setenta e cinco por cento das

⁴ <http://econbus.mines.edu/working-papers/wp201403.pdf>

⁵ www.responsiblesoy.org/?lang=pt

⁶ K.issinger G. 2012. Corporate social responsibility and supply agreements in the agricultural sector: Decreasing land and climate pressures. CCAFS Working Paper no. 14. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark. Available online at: www.ccafs.cgiar.org

empresas da Fortune 500 usam o *GHG Protocol (Corporate Standard)*⁷, um padrão internacional de monitoramento e quantificação das emissões de GEE criado pelos *World Resources Institute (WRI)* e pelo Conselho Mundial Empresarial para Desenvolvimento Sustentável (WBCSD).

O *Carbon Disclosure Project (CDP)* descobriu que 287 empresas do S&P 500 (que responderam ao questionário entre 2012 e 2013) conseguiram reduzir as suas emissões em 6% no período, enquanto o índice do S&P 500 aumentou 15,8%⁸. Setenta e sete por cento das empresas que reportaram ao CDP identificaram riscos físicos e regulatórios associados às mudanças climáticas e 75% acharam oportunidades apresentadas pela mudança climática. Das empresas que reportaram metas de redução (três quartos do total), 57% atingiram as suas metas e ou estavam a caminho de atingi-las.

No âmbito dos mercados internacionais do século 21, portanto, há fortes indícios de que países com capacidade de governança ambiental, habilidade de reduzir emissões de GEE de forma efetiva, tecnologia e expertise empresariais para produzir alimentos, madeira, fibra e papel de baixo teor de carbono, além de condições para aumentar a produção de energia renovável de baixa emissão, desfrutarão de vantagens econômicas e comerciais significativas.

Com as políticas públicas e as estratégias de investimento corretas, o Brasil poderá ser o principal deles, uma potência econômica e ecológica mundial. Nesse estudo, analisamos potenciais contribuições ao crescimento econômico verde dos setores do etanol de cana de açúcar, florestas plantadas e reflorestamento comercial, energia limpa e renovável, agricultura de baixo carbono, e mercados emergentes de serviços ecossistêmicos.

⁷ Greenhouse Gas Protocol. <http://www.ghgprotocol.org/about-ghgp>

⁸ Carbon Disclosure Project, 2013. Investment, Transformation and Leadership; CDP S&P 500 Climate Change Report 2013.

Conteúdo

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Sumário Executivo | 1 |
| | Etanol produzido com cana de açúcar | 1 |
| | Florestas plantadas e reflorestamento comercial | 1 |
| | Potencial de crescimento de energia limpa e renovável | 2 |
| | Agricultura de baixo carbono..... | 2 |
| | Mercados emergentes de carbono e outros serviços ecossistêmicos | 2 |
| | Conclusão..... | 3 |
| 2 | Etanol de cana de açúcar | 4 |
| 3 | Florestas plantadas e reflorestamento comercial | 6 |
| 4 | Energia limpa e renovável..... | 9 |
| 5 | Agricultura de baixo carbono | 11 |
| 6 | Mercados emergentes de carbono e outros serviços ecossistêmicos | 13 |
| 7 | Bibliografia..... | 17 |
| 8 | Anexos | 23 |
| | Anexo 1 – Etanol de cana de açúcar | 23 |
| | Anexo 2 – Florestas plantadas e reflorestamento comercial | 27 |
| | Anexo 3 – Energia Limpa e renovável | 32 |
| | Anexo 4 – Agricultura de baixo carbono..... | 36 |
| | Anexo 5 – Mercados emergentes de carbono e outros serviços ecossistêmicos..... | 40 |
| | Anexo 6 – Technical paper: Managing Risks and Returns of Carbon Market Strategies for REDD+ and Other Emissions Reductions in Brazil | 44 |

1 SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente documento analisará cinco setores para os quais o Brasil emerge com requisitos para se estabelecer como uma potência econômica e ambiental, tendo como foco a economia de baixo carbono, com base em: **(i) suas contribuições atuais no PIB, na geração de emprego e valor adicionado** e **(ii) seu potencial de crescimento**, levando em conta a continuidade das regulações sobre emissões de GEE aplicáveis aos grandes mercados e/ou o desenvolvimento de novas regulamentações no Brasil.

Os setores analisados são: i) etanol de cana de açúcar; ii) florestas plantadas e reflorestamento comercial; iii) energia limpa e renovável; iv) agricultura de baixo carbono; e v) mercados emergentes de serviços ecossistêmicos.

O presente documento está organizado da seguinte maneira: este Sumário Executivo apresenta sucintamente os principais pontos de destaque para cada setor e uma conclusão final sobre as perspectivas gerais para o país.

Em seguida, são apresentadas ‘Fotografias’ de cada setor, com as principais cifras e panorama geral de suas contribuições para o Brasil, bem como as questões mais pertinentes inerentes a cada setor e suas perspectivas futuras limitadas ao escopo deste trabalho.

Por fim, são disponibilizados os Anexos em que as questões abordadas nas fotografias de cada setor são aprofundadas e, eventualmente, novas questões são introduzidas. Ainda que cada seção tenha sido elaborada de forma a sustentar-se isoladamente, **os autores recomendam fortemente a leitura do documento como um todo** para que se tenha uma visão mais completa de cada um dos setores.

Etanol produzido com cana de açúcar

Possivelmente o maior caso de sucesso para um produto menos intensivo em emissões de GEE e economicamente competitivo no Brasil, com crescimento de mais de 100% da produção durante os anos 2000 e uma contribuição de quase 1,2% do PIB do país; o etanol e o setor sucroenergético enfrentam momentos de dificuldade em decorrência de políticas de controle de preços da gasolina (seu principal substituto) e elevado grau de endividamento do setor, especialmente após a Safra 2007/08.

Contudo, o país possui grande (e crescente) frota de veículos flex fuel, com mais de 20 milhões de automóveis, o que permite não só a retomada do mercado perdido nos últimos anos, como o crescimento para além dos quase 23 bilhões de litros vendidos em 2009, tão logo os preços relativos sejam corrigidos. Em comparação com outros biocombustíveis (em especial o etanol de milho), o etanol brasileiro de cana de açúcar possui maior produtividade e maior potencial de redução de emissões.

Dessa forma, apesar da crise atual, a expectativa é de que a produção e o consumo de etanol praticamente dobrem até 2022, com especial enfoque no abastecimento do mercado interno.

Florestas plantadas e reflorestamento comercial

O Brasil possui a segunda maior cobertura florestal do mundo, com 0,8% dedicadas à produção florestal legal¹, com particular destaque à silvicultura (81,6% da produção total do setor). Políticas efetivas para extinguir a extração ilegal da madeira e regularizar o setor podem gerar receita significativa para a União e para os estados.

As principais espécies plantadas são Eucalipto e Pinus (93% do total) destinadas à indústria de papel e celulose e à produção de carvão vegetal para a indústria siderúrgica.

As vantagens do Brasil com relação ao clima e à disponibilidade de terras e recursos hídricos fazem com que o país apresente maior produtividade no setor em comparação com o resto do mundo, apesar de não figurar entre os 5 principais exportadores de produtos florestais. Mesmo assim, a produção legal primária, mais os setores associados

¹ As estatísticas para produção da madeira nativa não incluem a madeira ilegalmente extraída, especialmente no caso da Amazônia. É importante destacar que aproximadamente um terço da área desmatada anualmente é degradada pela atividade madeireira (OBT/INPE, 2014).

geraram R\$56.3 bilhões brutas em 2012 (Tabela 14). Ainda que seja possível mencionar obstáculos de infraestrutura e fundiários, a área de florestas plantadas no país deve crescer dos atuais 7 Mha para até 17 Mha em 2025.

Potencial de crescimento de energia limpa e renovável

A opção energética de menos custo e maior potencial de crescimento – ações que promovam a eficiência energética – está subaproveitado pelas atuais políticas públicas para o setor. Melhorias na eficiência energética possuem custo inferior ao de expandir a rede (em 2009, por exemplo, esse valor para a indústria foi de R\$ 79/MWh) e são objeto de programas como o Procel, que em 2013 contribuiu para economia de quase 10 TWh, número ainda abaixo do potencial de mais de 50 TWh por ano.

A matriz energética brasileira já conta com grande participação de fontes tecnicamente renováveis, com 63,3% da capacidade instalada de usinas hidroelétricas (embora os custos dos impactos ambientais e sociais das grandes hidroelétricas são frequentemente desconsiderados no cálculo da viabilidade econômica e planejamento dos empreendimentos; 8,62% de termelétricas a biomassa; e 2,33% de eólicas. Eólicas onshore e térmicas a bagaço da cana em particular são competitivas em termos de custos frente às demais fontes e devem experimentar expansão, até 2022, de respectivamente 15,6 GW e 5,1 GW. O cenário para a energia solar fotovoltaica ainda é incerto no país, mas 2 GW devem ser construídos até 2017. Ainda assim, grandes centrais hidroelétricas devem receber cerca de 40% de todos os investimentos para expansão da oferta de eletricidade nos próximos anos.

Agricultura de baixo carbono

A agropecuária é um dos principais motores do crescimento do Brasil nos últimos anos, crescendo 7% em 2013 e representando 22,5% da economia brasileira no mesmo ano, além de responder por 41,3% das exportações e empregar 15,3% da população economicamente ativa no país. T tamanha relevância se deve ao aumento de produtividade, às condições climáticas favoráveis e à disponibilidade de terra, condições que devem se manter no futuro próximo e, assim, permitir um crescimento de até 34% na produção até a safra 2022/23.

Da mesma forma, o setor foi responsável por 29,6% das emissões de GEE do país em 2012, mas também apresenta o potencial de reduzir suas emissões em até um terço até 2020, em particular, por meio de ações contempladas no Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC) e por meio de oportunidades de mitigação no subsetor de gado de corte. Tais medidas, além do benefício ambiental, aumentam a produtividade, eficiência e melhoram a projeção do produto brasileiro em mercados internacionais.

Assim, há oportunidade para a promoção do crescimento (econômico) do setor aliada ao aumento da eficiência média da produção das pastagens no Brasil (dos atuais 30% para 50%) e, desta forma, permitindo que a demanda por commodities agrícolas (até 2040) seja atendida sem necessidade de novos desmatamentos.

Mercados emergentes de carbono e outros serviços ecossistêmicos

Os mercados de serviços ecossistêmicos no Brasil vão de incipientes a meramente voluntários. No primeiro caso, é possível citar o mercado de títulos florestais, as Cotas de Reserva Ambiental (CRAs), que têm o potencial para abater 56% do déficit de reserva florestal legal em um mercado que pode movimentar até R\$ 24 bilhões, ainda que atualmente apenas 2 Mha estejam ofertadas na Bolsa Verde do Rio de Janeiro. Similarmente, os Créditos de Logística Reversa de Embalagens (CLRs) já estão sendo emitidos por cooperativas de catadores, apesar de o mercado estar em estágios iniciais.

Já com relação às emissões de GEE e aos direitos de uso de recursos hídricos, por ora as iniciativas são de caráter voluntário, por exemplo, com sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e os programas e projetos de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal e o papel da conservação, manejo e aumento de estoque florestal (REDD+), como os pagamentos dos governos da Noruega e da Alemanha para o Fundo Amazônia e o Estado do Acre para reduções demonstradas no desmatamento.

Para as emissões de GEE, um mercado está previsto no âmbito da PNM, mas ainda não foi operacionalizado. Um mercado de permissões comercializáveis de emissões, com ou sem potenciais ligações internacionais, poderia gerar recursos substanciais, em particular com base nas reduções de emissões por desmatamento e degradação florestal, além de catalisar o crescimento dos outros setores descritos neste relatório.

Conclusão

A abundância de recursos naturais, disponibilidade de terras e condições climáticas favoráveis em diferentes regiões do país são fatores que contribuíram para que o Brasil desenvolvesse e mantivesse um forte setor agropecuário, um combustível líquido renovável (etanol) e uma matriz elétrica majoritariamente pautada pelo uso de fontes renováveis (hidrelétrica).

Embora os últimos anos tenham apresentado algumas dificuldades para cada um dos setores avaliados no presente trabalho, existe potencial para expansão de energias renováveis alternativas como a eólica onshore e a térmica a biomassa, um mercado consumidor extenso para o etanol devido à frota de 20 milhões de veículos flex, e a possibilidade de aliar ganho de produtividade e eficiência com redução de emissões na agropecuária e na silvicultura.

De fato, algumas medidas de abatimento de emissões possuem custo negativo, ou seja, implicam em economia de custos, como no caso da eficiência energética e da reciclagem². Por fim, uma forma de internalizar as externalidades (positivas da manutenção de florestas nativas e da reciclagem) são os mercados que surgem de CRAs e CLR.

² Para uma análise dos potenciais e custos marginais de abatimento de diversas medidas de redução de emissões é recomendada a leitura de World Bank (2010).

2 ETANOL DE CANA DE AÇÚCAR

O etanol brasileiro de cana de açúcar apresentou intenso crescimento ao longo dos anos 2000 (mais de 100% de aumento da produção entre 2004 e 2008) (Traylen, 2014), oferecendo uma alternativa economicamente competitiva e, em muitos casos, ambientalmente superior aos combustíveis fósseis (e a outros renováveis) para o abastecimento da frota nacional de veículos³. Por exemplo, o etanol emite até 90% menos CO₂ em comparação com a gasolina, sob as condições de produção no Brasil⁴ (Macedo, Seabra, & Silva, 2008). Contudo, perspectivas otimistas foram impactadas por mudanças nas políticas públicas para combustíveis no país, notadamente com a administração de preços da gasolina⁵.

Ainda assim, como pode ser observado na Tabela 1, o setor sucroenergético continua a ter considerável relevância econômica, com um PIB estimado de US\$ 25,27 bilhões⁶ para a safra 2013/2014, equivalente a quase 1,2% do PIB do país, dos quais quase US\$ 1,9 bilhão proveniente de exportações (Neves & Trombin, 2014). Adicionalmente, a fabricação de etanol emprega aproximadamente 193 mil trabalhadores, enquanto o cultivo de cana de açúcar emprega mais de 280 mil pessoas, embora mais de 30 mil postos de trabalho tenham sido perdidos nas destilarias de etanol desde 2008/9 (Figura 5, vide Anexo 1).

Tabela 1 – Estimativa do Produto Interno Bruto do setor sucroenergético na safra 2013/2014 (US\$ milhões)

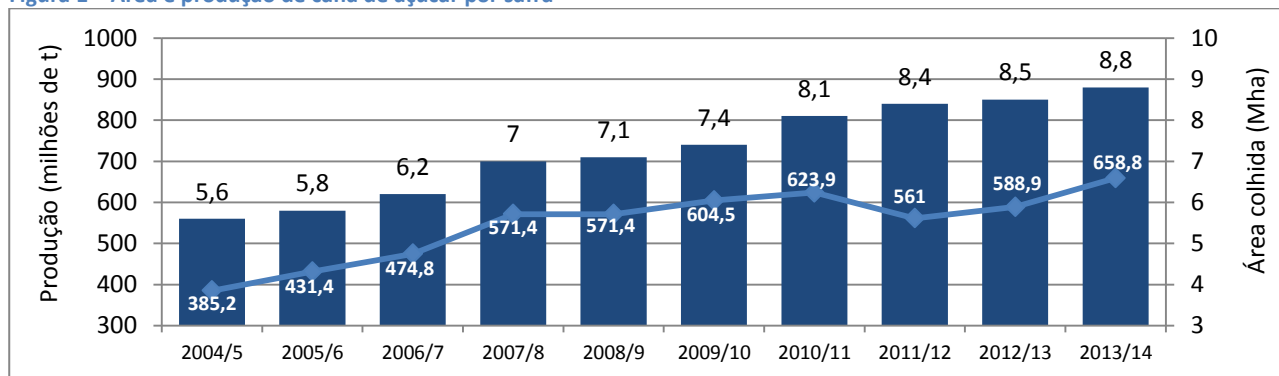
| Produto | | Mercado Interno | Mercado Externo | Total |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Etanol | Hidratado | 12.861,31 | 590,65 | 13.451,96 |
| | Anidro | 8.890,08 | 1.075,71 | 9.965,79 |
| | Não-Energético | 654,85 | - | 654,85 |
| Bioeletricidade | | 894,05 | - | 894,05 |
| Bioplástico | | 90,00 | 210,00 | 300,00 |
| Total | | 23.390,29 | 1.876,36 | 25.266,65 |

Fonte: (Neves & Trombin, 2014).

Outra medida da relevância do setor sucroenergético é sua participação na matriz energética nacional⁷, com os produtos da cana-de-açúcar⁸ respondendo por 18% do total em 2012, sendo a segunda principal fonte de energia, embora atrás dos 42% de participação dos produtos do petróleo (MME/EPE, 2013).

No que diz respeito à evolução recente do setor, é possível notar que tanto a produção quanto a área plantada para cana de açúcar vêm crescendo nas últimas safras, com recordes sendo atingidos em 2013/14 (Figura 1). Todavia, a atual produtividade (cerca de 74 t/ha) é inferior ao melhor ano do período (2009, com produtividade de quase 82 t/ha), devido a problemas climáticos (estiagem) e à idade avançada dos canaviais (CNA, 2012). É importante ressaltar que 55% da produção total de cana destina-se, atualmente, à produção de etanol (UNICA, 2014) (Tabela 9).

Figura 1 – Área e produção de cana de açúcar por safra



Fonte: (Neves & Trombin, 2014).

³ A demanda por etanol no país é resultado de seu uso direto em carros bicombustíveis (flex fuel) ou exclusivamente dedicados a etanol e, também, pela mistura do etanol anidro da gasolina. Atualmente esta mistura é de 25% (Maluf, 2014).

⁴ O etanol de milho dos Estados Unidos é 2,5 vezes mais intenso em CO₂ do que o etanol brasileiro de cana de açúcar (ARB, 2010).

⁵ Similarmente, a relação de preços entre os produtos do setor sucroalcooleiro favoreceu a produção de açúcar, com o açúcar remunerando 24% a mais que o etanol hidratado na média de janeiro/13 (Cepea/Esalq, 2013).

⁶ Para efeitos das cifras apresentadas nessa seção, a taxa de câmbio considerada é de 1 US\$ = R\$ 2,25, conforme adotado na literatura consultada.

⁷ A matriz energética nacional compreende os processos e recursos utilizados para geração de energia elétrica, térmica e motriz.

⁸ A produção de energia elétrica a partir da queima do bagaço da cana de açúcar é tratada em mais detalhes na seção 4.

Tal produção garante ao Brasil o segundo lugar⁹ no ranking dos principais fabricantes de etanol no mundo, atrás dos Estados Unidos¹⁰, embora com ritmo de crescimento inferior desde 2007 (Tabela 11). Entretanto, esse novo cenário ocorre apesar do desempenho ambiental e econômico superiores do etanol a base de cana de açúcar frente ao de milho, ainda que a cana possua ciclo de colheita mais longo (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparação de diferentes matérias-primas para a produção de etanol

| Matérias-primas | Características das culturas | | | | | Características do biocombustível |
|-----------------|------------------------------|------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|
| | Ciclo de colheita | Rendimento | Nitrogênio | Entrada de energia | Custos de colheita | Produção de etanol |
| | Meses | t/ha | Kg/ha | Kcal x mil ha | US\$/ha | L/ha |
| Cana-de-açúcar | 12 a 18 | 80 | 65 | 13,5 a 19 | 2.200 a 2.650 | 6.000 a 7.000 |
| Beterraba | 5 a 11 | 60,8 | 255 | 40 a 100 | 237 a 321 | 5.400 |
| Milho | 4 | 8,65 | 153 | 2,4 a 19 | 917 | 3.800 |

Fonte: (Milanez, et al., 2014).

Não obstante a maior produtividade do etanol de cana de açúcar perante outros biocombustíveis, domesticamente, a disputa pelo mercado se dá com relação à gasolina. Neste cenário, desde 2006, as políticas de controle de preços da gasolina (para conter inflação, a CIDE para a gasolina está com alíquota zerada desde 2012¹¹) fizeram com que o etanol se tornasse menos atrativo para os consumidores¹², resultando em vendas 16% menores desde 2009 (Tabela 3) (Farina, Rodrigues, & Souza, 2013).

Tabela 3 – Vendas de etanol (hidratado e anidro) e gasolina tipo A¹³ (bilhões de litros)

| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Etanol | 8,4 | 10,3 | 10,6 | 11,3 | 15,2 | 19,6 | 22,8 | 22,2 | 19,1 | 17,8 | 19,1 |
| Gasolina A | 16,7 | 17,4 | 17,7 | 18,9 | 18,5 | 18,9 | 19,1 | 22,8 | 27,1 | 31,8 | 33,1 |

Fonte: (ANP, 2014).

Apesar da recente queda nas vendas de etanol, a frota de veículos Flex Fuel no Brasil continua crescendo, com mais de 90% dos novos automóveis entrando em circulação em 2012 sendo bicombustíveis, e superou em 2013 a marca de 20 milhões de unidades (Tabela 10) (Farina, Rodrigues, & Souza, 2013).

No entanto, ainda que o PDE preveja investimentos da ordem de R\$ 1,2 trilhão no setor energético, somente 4,9% serão voltados para os biocombustíveis, ao passo que 72,5% irão para o setor de petróleo e gás. Os investimentos previstos¹⁴ deverão resultar em um aumento da capacidade de produção de etanol de 23,5 para 57,3 milhões de m³/dia¹⁵. Similarmente, a demanda projetada deve praticamente dobrar até 2022, atingindo mais de 54 bilhões de litros, sendo destinada quase na totalidade para o mercado doméstico (Figura 7) (MME/EPE, 2014).

Adicionalmente, as projeções do PDE dão conta de 44 novas usinas e/ou destilarias entrando em operação até 2022 (Tabela 4). Contudo, a tendência recente para o setor é de endividamento, sendo que mais de 70 usinas já encerraram as atividades desde 2008, sendo que a rentabilidade média da produção de etanol desde 2007/08 foi negativa de 8,9% por safra (UNICA, 2014).

Tabela 4 – Estimativas de novas usinas e destilarias para atender a demanda esperada de açúcar e etanol (2013-2022)

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Usinas mistas | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| Destilarias | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Total de unidades | 3 | 1 | 1 | 4 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

Fonte: (MME/EPE, 2014).

Por fim, cabe mencionar que a realidade do setor pode mudar com a entrada em operação e a intensificação dos desenvolvimentos do etanol de 2ª geração, com a primeira unidade para produção de etanol celulósico no país tendo

⁹ O Brasil ocupou o primeiro lugar no ranking até 2005, ano em que foi ultrapassado pelos Estados Unidos (Maluf, 2014).

¹⁰ Em 2013, os Estados Unidos tiveram uma produção de 13.300 milhões de galões (1 galão = 3,7854 litros) (RFA, 2014).

¹¹ Em 2002 o valor da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico incidente sobre as operações realizadas com combustíveis (CIDE-Combustíveis) era de R\$ 0,28/litro de gasolina (Farina, Rodrigues, & Souza, 2013).

¹² Em 2013, apenas em quatro estados do país o etanol teve preços inferiores a 70% do preço da gasolina, sendo, portanto competitivo (Anexo 1).

¹³ Desconsidera o etanol anidro adicionado à gasolina.

¹⁴ Para mais informações acerca dos investimentos associados à produção de etanol de cana de açúcar, ver Anexo 1.

¹⁵ Para tanto, a EPE estima um aumento da produção de cana de aproximadamente 57% de 2012/13 para 2022/23 (MME/EPE, 2014). Estimativas mais otimistas do que o crescimento previsto de 41,4% e 32,21% do MMA e DIEESE, respectivamente (MAPA, 2013) e (FIESP, 2013).

começado a ser construída em 2013 e com FINEP e BNDES disponibilizando cerca de R\$ 6,1 bilhões em pesquisa desde 2011, por meio do PAISS¹⁶ (Traylen, 2014). Adicionalmente, as políticas públicas para promover a agricultura de baixo carbono e proteção de florestas poderiam garantir e ampliar os benefícios ambientais do setor sucroenergético.

Da mesma forma, o desenvolvimento da Química Verde¹⁷ e das “biorrefinarias”¹⁸ podem aumentar o uso da biomassa da cana para substituir produtos derivados do petróleo (CGEE, 2010). Outra possibilidade de aumentar a rentabilidade do setor é por meio de usinas flex, capazes de processar cana de açúcar e milho, com a produção de etanol de milho ocorrendo durante a entressafra da cana e, assim, reduzindo a ociosidade das usinas¹⁹ (Milanez, et al., 2014).

3 FLORESTAS PLANTADAS E REFLORESTAMENTO COMERCIAL

O Brasil é o país com a segunda maior área de cobertura florestal natural do mundo²⁰, perfazendo 477,7 milhões de hectares (Mha), detendo cerca de 20% das espécies do mundo (SBS, 2007) (Vital, 2007). No entanto, somente 0,8 % (aproximadamente 7 Mha) dessas florestas estão legalmente destinadas à produção florestal, das quais mais de 60% possuem certificação florestal²¹ (Raad & Melo, 2014) (SAE, 2014); caso a totalidade da biodiversidade brasileira fosse explorada de forma adequada²², esta geraria cerca de US\$ 2 trilhões/ano (Campanhola, 2014).

A produção primária florestal brasileira atingiu quase R\$ 27 bilhões em 2011, dos quais 81,6% provenientes da silvicultura e com o restante advindo da extração vegetal de áreas nativas (IBGE, 2012). Conforme apresentado na Tabela 13, os principais produtos são a madeira em tora, tanto para a indústria de papel e celulose quanto para outras finalidades, e a produção de carvão vegetal, em especial para a indústria siderúrgica²³.

Levando em consideração setores associados ao de florestas²⁴ (Tabela 14), a produção bruta do setor foi de R\$ 56,3 bilhões em 2012 (frente a R\$ 51,8 bilhões em 2011), equivalente a 4,5% do PIB, além de contribuir para a manutenção de 4,36 milhões de postos de trabalho, dos quais 621 mil diretos, 1,31 milhão indiretos e 2,42 milhões resultantes do efeito renda (ABRAF, 2013) (Embrapa, 2014).

Contudo, o país ainda apresenta pequena participação no mercado mundial de produtos das florestas plantadas, por exemplo, respondendo por apenas 2% do comércio de papel em 2012 (SAE, 2014)²⁵. Tal cenário se verifica apesar das vantagens comparativas do Brasil em termos climáticos e de disponibilidade de terras e recursos hídricos, fatores que contribuem para uma maior produtividade do setor, especialmente para as espécies Eucalipto e Pinus (Figura 2).

Neste contexto, os produtos florestais representam a quarta posição na classificação do valor das exportações do agronegócio nacional, abaixo dos complexos soja, carnes e sucoalcooleiro. Em 2012 o valor das exportações de Produtos Florestais foi de US\$ 9,067 bilhões, sendo que celulose e papel representaram 73,4% do valor exportado (MAPA, 2013). No entanto o Brasil não está entre os cinco primeiros exportadores de produtos florestais no mundo (FAO, 2014) (ver Figura 10), ainda que seja o 4º maior exportador de celulose do mundo (BNDES, 2014).

¹⁶ Plano Conjunto BNDES-Finep de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico – PAISS.

¹⁷ Química Verde pode ser definida como “a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente” (Correa & Zuin, 2009).

¹⁸ A amplitude de possibilidades de uso para a biomassa levou ao desenvolvimento do que se convencionou chamar de “biorrefinaria”, à imagem de uma refinaria de petróleo (Santos, 2012).

¹⁹ Tais usinas podem aumentar a produção de etanol no país em até 2,7 bilhões de litros por safra, em especial na região Centro-Oeste que possui proximidade com a produção de milho-safrinha (Milanez, et al., 2014).

²⁰ Atrás somente da Rússia, que possuía mais de 850 milhões de ha de florestas em 2006 (Vital, 2007).

²¹ O Brasil possui a 5ª maior área certificada do planeta (SAE, 2014). Os principais selos no Brasil são: Forest Stewardship Council (FSC), Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC) e o Programa Brasileiro de Certificação Florestal (CERFLOR) (ABRAF, 2013).

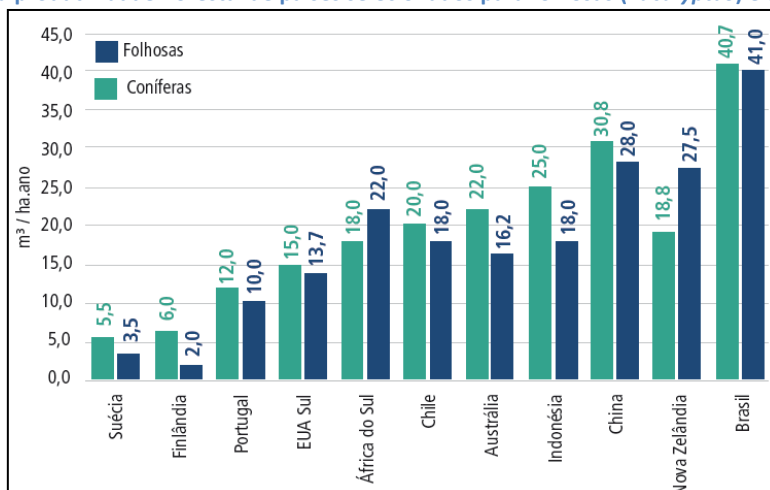
²² Ainda que não haja definição única de “exploração adequada”, o texto a vê como aquela que garante a promoção de aproveitamento econômico, qualidade de vida e equilíbrio ambiental, conforme uso em Discurso do Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, na abertura do segmento de alto nível da Oitava Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP 8) (Presidência da República, 2006).

²³ A indústria siderúrgica é responsável por aproximadamente 12% do consumo anual de madeira proveniente de floresta plantada no país (Raad & Melo, 2014). Ainda assim, somente cerca de 40% da demanda do setor siderúrgico por carvão vegetal é atendida por florestas plantadas ou manejadas sustentavelmente (Instituto Ethos; WWF-Brasil; Fundación Avina, 2012).

²⁴ Papel e celulose; painéis de madeira industrializada; siderurgia a carvão vegetal; madeira mecanicamente processada; e móveis.

²⁵ O Brasil não figura entre os principais países exportadores de produtos florestais, como apresentado na Figura 10 (no Anexo 2).

Figura 2 – Comparação da produtividade florestal de países selecionados para folhosas (*Eucalyptus*) e coníferas (*Pinus*)



Fonte: (SAE, 2014).

Uma iniciativa no âmbito da PNMC que possui relações com o setor florestal é o Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia, o qual prevê ações para a substituição de carvão vegetal originário de floresta nativa por aquele de florestas plantada e identifica a necessidade de aumentar o estoque florestal em 2 milhões de ha até 2020 para atender a indústria siderúrgica (MDIC, 2011). Tal ação implicaria em redução cerca de 17% das emissões de GEE do setor em comparação com um cenário de base (ver Anexo 2) e demandaria investimentos de R\$ 12 bilhões²⁶.

Dentre as fontes de oferta de madeira oriunda de florestas plantadas, o destaque é dado aos plantios de *Eucalyptus* e *Pinus* (93% do total – vide Tabela 12), inclusive para o reflorestamento o que pode contribuir para reduções de emissões de GEE de 10 MtCO₂e até 2020²⁷ (Martins, 2013). Tais espécies comerciais, no que diz respeito às mudanças climáticas, também possuem maior capacidade de absorção de carbono durante o seu crescimento em comparação aos 2,6 T CO₂/ha/ano das espécies nativas. Por exemplo, espécies como a Araucária, o Eucalipto e a Seringueira absorvem, respectivamente, cerca de 18,6, 45 e 9,15 t CO₂/ha/ano (Tabela 5).

Tabela 5 – Sequestro de carbono (tC/ha.ano) das nativas (média) e de espécies comerciais

| Espécies | Sequestro |
|-----------------|-----------|
| Nativas (média) | 2,59 |
| Eucalipto* | 10 |
| Eucalipto* | 45 |
| Pinus | 7 |
| Pinus taeda | 24,6 |
| Araucaria | 18,59 |
| Seringueira | 9,15 |

* Estimativas oriundas de diferentes fontes na bibliografia consultada pelos autores.

Fonte: (Lima, Reginato, & Bartholomeu, 2007).

Importante ressaltar que o Eucalipto e o Pinus são culturas mais plantadas no País para fins comerciais devido seu rápido crescimento aliado ao alto potencial madeireiro, facilidade de adaptação climática em diversas regiões e multiplicidade de usos de sua madeira naturais (LIMA, 2014) (EMBRAPA, 1986), tornando a implantação de sistemas silviculturais com espécies exóticas uma alternativa econômica viável e sustentável²⁸.

Adicionalmente, o Brasil possui vasto número de outras espécies, incluindo nativas e de madeira nobre, contudo sua utilização em programas de reflorestamento, inclusive comercial, é limitada graças a falta de informações sobre seu manejo e concepções equivocadas acerca de seus requerimentos silviculturais (Butterfield, 1995).

²⁶ O custo por hectare do plantio e manutenção de florestas para este cálculo é de R\$ 5 mil (excluindo custos de aquisição de áreas) (MDIC, 2011).

²⁷ Em termos de balanço de CO₂eq na atmosfera, a estimativa é de que o carbono em área reflorestada com Eucalipto seja de 200kg CO₂eq/há/ano (Pinto, Assad, Salgado, & Pellegrino, 2014). Considerando a meta de 5 milhões de hectares (somando 3 milhões de ha para Florestas Plantadas do Plano ABC e 2 milhões de ha do Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia), ao final de 10 anos a contribuição do setor seria reduzir as emissões em 10 milhões de TCO₂eq ano⁻¹.

²⁸ O plantio comercial de espécies nativas no País é restrito devido, sobretudo, as condições edafoclimáticas heterogêneas no Brasil e problemas técnicos, destacando-se os relacionados com a irregularidade de crescimento e a escolha de métodos silviculturais adequados.

No que diz respeito à produção florestal no país, é importante observar o papel a ser desempenhado por iniciativas de monitoramento, que acompanhem e, assim, previnam o desmatamento ilegal de florestas nativas. Neste sentido, destaca-se o Prodes²⁹, que provê dados anuais da taxa de desmatamento na Amazônia Legal desde 1988, e o PMDBBS³⁰, que fornece dados de incremento do desmatamento nos biomas brasileiros com base em imagens do Probio³¹ (Martins, Diretrizes para uma economia verde no Brasil II – Agronegócio e agricultura familiar, 2013) (ver Anexo 2).

Similarmente, o sistema DEGRAD³² mapeia, a partir de dados do sistema de detecção de desmatamento em tempo real (DETER), aquelas áreas que estão em processo de desmatamento (e com tendência a serem convertidas em corte raso), mas cuja cobertura florestal não foi removida em sua totalidade. Em 2013 o sistema detectou a degradação florestal de 5.434 km² na Amazônia Legal, número inferior aos 15.983 km² registrados em 2007 (OBT/INPE, 2014).

Neste contexto, é também pertinente abordar o atual Código Florestal (CF), aprovado em 2012, que reduziu às áreas a serem restauradas (devido o desmatamento ilegal prévio) em 58% (de 50 para 21 Mha) e manteve a permissão para o desmatamento legal de cerca de 88 Mha em propriedades privadas³³. Todavia, o Código também apresenta oportunidades para a conservação de áreas florestais via mecanismos como Cotas de Reserva Ambiental³⁴ e Programas de Regularização Ambiental³⁵, diante de 85 Mha de passivo ambiental em uso produtivo³⁶ e possibilita a exploração de APP e ARL para fins comerciais (ver Quadro 2, no Anexo 2) (Soares-Filho, et al., 2014).

Dentre os obstáculos à expansão do setor, é possível destacar os problemas de infraestrutura do país, o custo da terra em algumas regiões, as dificuldades para o licenciamento ambiental, os prazos para a maturação dos investimentos e, desde 2008, a restrição da aquisição de terras por empresas com participação de capital estrangeiro superior a 50%³⁷. Esta última restrição, em particular, levou à paralisação ou suspensão de mais de R\$ 37 bilhões em investimentos (ABRAF, 2011).

Devido a essas dificuldades econômicas e legais para a expansão das florestas plantadas, uma alternativa que vem sendo adotada por empresas do setor é o Fomento Florestal, no qual as florestas são formadas em terras de terceiros, que são responsáveis por cuidar do povoamento e colher a madeira³⁸. Tal prática já foi adotada em 426,8 mil ha, por meio de 15.945 contratos, beneficiando mais de 13 mil proprietários rurais (ABRAF, 2013). Além do fomento privado, existem também o fomento público e os programas de financiamento no âmbito do BNDES como o Programa ABC³⁹ e PRONAF Florestal (Anexo 2), além dos FIP Florestais⁴⁰.

Por fim, cabe destacar que em 2009 foi iniciado processo para a proposta de uma Política Nacional de Florestas Plantadas, sendo que em Maio de 2014 tal política foi inserida por determinação da Presidência da República no âmbito do Plano Agrícola e Pecuário 2014/2015 (SAE, 2014). Além disso, foi sancionada a Lei nº 12.805, de 29/04/2013 que institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) com o objetivo de recuperar áreas degradadas e reduzir os desmatamentos por meio dos sistemas de ILPF (BRASIL, 2013).

²⁹ Programa da Floresta Amazônia Brasileira por Satélite. Sistema gerenciado pelo INPE.

³⁰ Programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros por Satélite. Sistema gerenciado pelo IBAMA.

³¹ Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira.

³² Mapeamento Da Degradação Florestal Na Amazônia Brasileira.

³³ Os quais, caso desmatados, podem resultar na emissão de aproximadamente 18 GtCO₂e (Soares-Filho, et al., 2014).

³⁴ Tal mecanismo será abordado na seção 6 – Mercados emergentes de carbono e outros serviços ecossistêmicos.

³⁵ Posteriormente ao Cadastramento Ambiental Rural, possibilitando a regularização dos produtores ao CF.

³⁶ A conversão dos 85 Mha em florestas pode ter consideráveis impactos socioeconômicos e promover o desmatamento de novas áreas, além das dificuldades técnicas/logísticas para executar a restauração de grande volume de terras (Sparovek, Barretto, Klug, Papp, & Lino, 2010).

³⁷ A limitação para a aquisição de terras por estrangeiros foi determinada pelo Parecer no. 1/2008 da Advocacia Geral da União (AGU), posteriormente publicada no Diário Oficial da União (DOU) de 23 de agosto de 2010 (ABRAF, 2011). A discussão acerca dos méritos de tal parecer é extensa e foge ao escopo do presente trabalho. Para exemplo dos diferentes aspectos de tal discussão e seus diferentes argumentos é possível citar os trabalhos de Sauer(2010) e (Hage, Peixoto, & Vieira Filho, 2012).

³⁸ A prática de fomento florestal reduz a necessidade de aquisição de terras, além de reduzir a pressão sobre matas nativas (ABRAF, 2013).

³⁹ Apresentado com mais destaque na seção 5 – Agricultura de baixo carbono.

⁴⁰ Fundos de Investimentos em Participação em empreendimentos específicos do setor florestal. Tais fundos (tanto nacionais quanto estrangeiros) têm comprometidos cerca de R\$ 4,5 bilhões de investimentos em projetos de produção de madeira no mercado brasileiro (FUNCEF, 2014).

Em conclusão, as florestas plantadas já possuem grande participação no mercado brasileiro (Tabela 13) e a área de plantio deve crescer até 2020, com as estimativas no Plano ABC⁴¹ considerando expansão em 3 Mha, para a produção de fibras de madeira e celulose, e investimentos⁴² de aproximadamente R\$ 3 bilhões no período (MAPA, 2012). Estimativas mais otimistas preveem expansão em 10 Mha até 2025 (Embrapa, 2014) ou ainda de cerca de 1Mha ao ano até 2020 (MMA, 2012).

4 ENERGIA LIMPA E RENOVÁVEL⁴³

O setor de produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana respondeu por 3,1% do PIB em 2012, participação praticamente constante desde 2008⁴⁴ (IBGE, 2013). As fontes renováveis alternativas particularmente responderam por: Biomassa – 0,06%; Eólicas – 0,16%; PCHs – 0,06%; e Solar Fotovoltaica – 0,02% do PIB⁴⁵.

No que diz respeito ao emprego no setor, o setor de energia elétrica apresentava 123.013 trabalhadores no ano de 2011, cifra abaixo dos quase 168 mil em 1995, mas acima dos 97 mil em 2001 (DIEESE, 2012)⁴⁶. Em 2013, as instalações de empreendimentos de energia eólica resultaram na geração de 24.280 empregos, ao passo que empreendimentos de biomassa, PCHs e solar fotovoltaica geraram, respectivamente, 15.732, 16.464 e 333 empregos no total⁴⁷.

A principal medida da relevância das fontes limpas^{48 49}, de energia elétrica para o país é sua participação na matriz energética brasileira. Assim, a Tabela 6 apresenta o número de usinas, a capacidade instalada e a participação relativa para tais fontes que, em conjunto, respondem por 74,25% do total instalado (ANEEL, 2014). Em 2013, 79,3% da energia gerada foi renovável, um recuo em relação aos 84,3% de 2012 e 88,9% em 2011, em função do crescente despacho de termelétricas fósseis.

Tabela 6 – Fontes renováveis de energia elétrica no Brasil (2014)

| Tipo | Nº de usinas | Capacidade instalada (kW) | Participação na matriz de energia elétrica (%) |
|---------------------------|--------------|---------------------------|--|
| Hidroelétrica* | 1.122 | 87.234.610 | 63.30 |
| Biomassa – Bagaço de cana | 381 | 9.516.271 | 6.91 |
| Biomassa – Licor negro | 17 | 1.785.022 | 1.30 |
| Biomassa – Madeira | 53 | 437.635 | 0.32 |
| Biomassa – Biogás | 23 | 84.857 | 0.06 |
| Biomassa – Casca de arroz | 9 | 36.433 | 0.03 |
| Eólica | 158 | 3.211.693 | 2.33 |
| Fotovoltaica | 147 | 11.121 | 0 |

* Inclui pequenas centrais hidrelétricas (PCHs).

Fonte: (ANEEL, 2014).

Contudo, o cenário para o consumo de eletricidade para o país é crescimento, sendo que em 2013 houve um aumento de 3,6% do consumo total frente a 2012, valor próximo ao crescimento de 3,8% registrado no período 2012-2011 (MME/EPE, 2013).

⁴¹ Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, estabelecido no âmbito da Política Nacional sobre Mudanças do Clima – PNMC (MAPA, 2012).

⁴² Principalmente em capacitação, pesquisa, mapeamento de áreas prioritárias e campanhas publicitárias.

⁴³ Energia elétrica limpa. Combustíveis líquidos serão abordados na seção sobre etanol.

⁴⁴ Os setores são tratados conjuntamente para fins de contas nacionais.

⁴⁵ Metodologia de cálculo detalhada no Anexo 3.

⁴⁶ É válido destacar que cerca de 60% dos empregos do setor estão nas atividades de transmissão e distribuição da energia elétrica (DIEESE, 2013).

⁴⁷ Metodologia de cálculo detalhada no Anexo 3.

⁴⁸ O conceito de energia limpa utilizado no presente trabalho é o mesmo adotado pela Eletrobras, qual seja, a energia elétrica produzida com baixa emissão de carbono (Eletrobras, 2011).

⁴⁹ Ainda que a hidroeletricidade não tenha significativos impactos sobre qualidade do ar, a construção e operação de barragens podem afetar significativamente sistemas fluviais naturais, bem como as populações de peixes e demais animais. Adicionalmente, se uma grande quantidade de vegetação é encontrada ao longo do leito do rio quando uma barragem é construída, tal vegetação pode se decompor no reservatório criado, gerando o acúmulo e liberação de CH₄. Assim, a avaliação dos impactos ambientais de uma usina hidroelétrica requer uma análise caso a caso (U.S. EPA, 2014). Para fins do presente relatório, usinas com capacidade acima de 30MW (UHEs) não são consideradas como uma fonte de energia limpa e renovável alternativa. É importante notar também que a construção (e operação) de grandes usinas hidrelétricas apresenta impactos sociais, afetando as comunidades em que se inserem. Por exemplo, estima-se que as barragens já tenham inundado 3,4 milhões de hectares de terras produtivas e desalojado mais de um milhão de pessoas no Brasil (Zhou & Oliveira, 2007).

Desta maneira, a oferta de energia elétrica está planejada para crescer, com relação às principais fontes renováveis da seguinte forma até 2022: eólicas – 15,6 GW; biomassa – 5,1 GW; PCHs – 2 GW; solar fotovoltaica⁵⁰ – 2 GW (MME/EPE, 2014) (Diário do Nordeste, 2014). Ainda assim, tal crescimento é (bastante) inferior ao potencial (teórico) estimado para essas fontes, conforme observado na Tabela 7.

Tabela 7 – Potencial de geração no Brasil, custo e emissões de GEE para diferentes fontes de energia

| Tipo | Potencial de geração (MW) | Custo (R\$/MWh) | Emissões GEE (gCO ₂ e/kWh) |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Hidroelétrica (acima de 30 MW) | 260.000 | 110 | 50 |
| Eólica onshore | 300.000 | 130 | 5 |
| Termelétrica a bagaço de cana | 22.100 | 140 | - |
| Nuclear | 20.000 | 160 | 66 |
| Termelétrica a carvão | 15.000 | 170 | 897 |
| PCH | 25.000 | 180 | 50 |
| Termelétrica a gás natural | 135.000 | 240 | 411 |
| Solar Fotovoltaica | >1.000.000 | 250 | 39 |
| Eólica offshore | 340.000 | 310 | 5 |
| Solar fotovoltaica distribuída | 300.000 | 350 | 39 |
| Termelétrica a biogás | 536 | 370 | 0 |
| Oceânica (marés) | 27.000 | 460 | 48 |
| Solar Concentrada | 50.000 | 500 | 10 |
| Termelétrica a óleo combustível | 45.000 | 500 | 839 |
| Oceânica (ondas) | 87.000 | 600 | 48 |

Fonte: Elaboração própria a partir de (Barreto & Filho, 2008) (Energy Policy, 2009) (IEA, 2010) (Carvalho, 2012) (CERPCH, 2012) (ABRELPE, 2013) (Camargo-Schubert, 2013) (Greenpeace, 2013) (MME/EPE, 2013) (UNICA, 2014).

Obs.: Medidas de eficiência energética são medidas do lado da demanda e não da oferta de energia. Por esse motivo, o potencial de redução de consumo de eletricidade é tratado separadamente nos parágrafos abaixo e não consta da tabela acima.

A Tabela 7 mostra também os custos de geração para as diferentes fontes e demonstra que, além dos benefícios em termos de menores emissões de GEE, as fontes limpas e renováveis alternativas possuem competitividade perante as demais fontes, em particular para o caso da energia eólica *onshore* e das termelétricas a bagaço de cana.

Adicionalmente, é possível mencionar a repotenciação (repotencialização) de turbinas como uma solução de curto prazo para a expansão da oferta de eletricidade no país. A repotenciação é entendida, basicamente, como a troca de componentes mecânicos cuja vida útil já se encerrou⁵¹ e, de acordo com as estimativas mais recentes, poderia aumentar a capacidade de geração de energia em mais de 11.000 MW (Gomes, 2013).

Para que os valores previstos para a expansão de renováveis alternativas (PCHs, térmicas a biomassa, e eólicas) sejam atingidos até 2022, serão necessários investimentos de aproximadamente R\$ 81 bilhões, excluindo grandes hidrelétricas, equivalente a 40,6% de todos os investimentos previstos para ampliação da matriz elétrica. Caso sejam contratados ao menos 500MW de energia solar fotovoltaica, tal montante deve se aproximar de R\$ 120 bilhões (MME/EPE, 2014b).

Outra mudança no setor que pode trazer consequências para o aumento da racionalização do uso de eletricidade no país será o ‘Sistema de bandeiras tarifárias’ (AMCHAM, 2013). O sistema, que entrará em operação em Janeiro de 2015, indicará para os consumidores “se a energia custará mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade⁵²” (ANEEL, 2014) (ANEEL, 2013). Tal política pode incentivar o mercado de microgeração, especialmente, para sistemas descentralizados de geração solar fotovoltaica, embora em volume (MW) diminuto comparado ao crescimento de plantas de grande escala (Baitelo, 2014).

Cabe notar também que o maior obstáculo para o crescimento das fontes renováveis no país não reside na questão do financiamento, com o BNDES podendo financiar entre 70 e 80% dos empreendimentos (BNDES, 2014). Contudo,

⁵⁰ Previsão até 2017.

⁵¹ “A definição clássica de repotenciação considera todas obras que visem gerar ganho de potência e de rendimento” (Veiga & Bermann, 2001).

⁵² Tal sinalização ocorrerá pelo uso de bandeiras verde, amarela e vermelha. Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo; Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 1,50 para cada 100 quilowatt-hora (kWh) consumidos; Bandeira vermelha: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 3,00 para cada 100 kWh consumidos (ANEEL, 2014).

exigências de conteúdo nacional e de valores mínimos para financiamento (R\$ 20 milhões) já se mostraram como impeditivos no passado⁵³ e inibem o avanço de algumas fontes, por exemplo, as usinas solares de menor porte.

Assim, é possível considerar o contexto para a energia limpa no Brasil como favorável à fonte eólica (onshore), dada sua participação e competitividade nos leilões e mudanças nas regras de construção de linhas de transmissão⁵⁴; difícil para as fontes biomassa e PCHs devido aos elevados custos; e incerto para solar fotovoltaica, que possui expansão acelerada internacionalmente, mas encontra-se em estágios iniciais de desenvolvimento no país. Demais fontes alternativas carecem de escala inclusive internacionalmente e, assim, possuem competitividade reduzida.

Todavia, o potencial de crescimento para energias renováveis e os investimentos necessários, assim como o restante do setor elétrico, são afetados pela insegurança regulatória gerada no processo de renovações de concessões (MP 579/2012, Lei nº 12.783/2013), que levaram distribuidoras a abdicarem de algumas de suas concessões (ver Anexo 3).

No que diz respeito à Eficiência Energética, a principal iniciativa existente no país é o Procel⁵⁵, que proporcionou em 2013 economia de energia de 9.744 GWh, equivalente a 2,1% do consumo nacional de eletricidade (Procel; Eletrobrás, 2014)⁵⁶. Por sua vez, o PNE 2030 foi o primeiro documento oficial a apontar metas de EE para o Brasil, as quais variam de 2,9% a 7,3% em 2020, conforme diferentes cenários de crescimento econômico, valores inferiores ao potencial estimado de 51,31 TWh por ano, ou 11,06% do consumo atual (EPE, 2014) (Aguiar, 2014).

Entretanto, o tema não é prioritário no planejamento energético brasileiro, apesar de sua competitividade em termos de custos, por exemplo, o custo médio da energia conservada na indústria (em 2009) foi estimado em R\$ 79/MWh, cifra abaixo do Custo Marginal de Expansão da rede⁵⁷ (CME) (CNI; ELETROBRÁS, 2009). Similarmente, o Banco Mundial estima medidas de eficiência energética (residencial, comercial e industrial) como aquelas com tendo os menores custos de abatimento de emissões, com custos negativos de até US\$ 120/tCO₂e reduzida devido às economias que proporcionam (World Bank, 2010).

5 AGRICULTURA DE BAIXO CARBONO⁵⁸

O setor agropecuário brasileiro respondeu por 22,5% do PIB em 2013 e é um dos principais *drivers* do crescimento econômico do país nos últimos anos (crescimento de 7% em 2013⁵⁹) (CEPEA-USP/CNA, 2014) (BRASIL, 2014), além de ocupar 38% do território nacional (Observatório do Clima, 2013)⁶⁰. Adicionalmente, o setor emprega 15,3% da população economicamente ativa no Brasil, com a agricultura familiar representando 74% desse total (IBGE, 2006) (ver Anexo 4).

O setor é fundamental para a pauta de exportações do país, tendo alcançado cifras de quase R\$ 100 bilhões em 2013, equivalente a 41,3% das exportações brasileiras, e sendo o maior exportador mundial de soja (grão) e carne de frango; segundo maior de soja (óleo e farelo) e carne bovina; e quarto maior de milho e carne de porco (MAPA, 2014) (MAPA, 2013). Tal cenário é possível, largamente, devido à grande disponibilidade de área para a produção agropecuária (grãos, carnes e plantações) e condições climáticas e meteorológicas (insolação e chuvas) regulares em considerável parcela do território nacional (MAPA, 2013).

As previsões de crescimento para o setor são da ordem de 20,7% até 34,3% para a safra de grãos entre as safras 2012/13 e 2022/23, com um aumento da área de cultivo de 8,2% até 21%. No que diz respeito à produção de carnes,

⁵³ Em leilão realizado em 2009, tais requisitos foram flexibilizados, permitindo a importação de aerogeradores com potência nominal igual ou superior a 1.500 kW (MME, 2009).

⁵⁴ Desde 2013 só podem ser contratados nos leilões de energia usinas próximas a subestações, onde existem linhas de transmissão com capacidade para escoamento da energia (ABEEólica, 2014).

⁵⁵ Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, instituído em 1985, é executado pela Eletrobrás e coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. O Procel atua nas áreas: Educação, Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética (Procel Info), Selo Procel, Edificações, Prédio Públicos, Gestão Energética Municipal, Indústria, Saneamento Ambiental e Iluminação Pública e Semáforos (EPE, 2014).

⁵⁶ Tal economia evitou a emissão de 935 mil tCO₂e (Procel; Eletrobrás, 2014)

⁵⁷ Para o PDE 2006-2015, por exemplo, o CME foi de R\$ 118/MWh; já no PDE 2022, o CME foi de R\$ 108/MWh (MME/EPE, 2014).

⁵⁸ A Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Agricultura ABC) é a adoção de tecnologias e o aperfeiçoamento de práticas agropecuárias que otimizam a produção do setor e levam à diminuição da emissão dos gases do efeito estufa, como parte de uma estratégia nacional de mitigação das mudanças climáticas (Observatório ABC, 2013).

⁵⁹ Em comparação, os setores de serviços e a indústria cresceram, respectivamente, 2% e 1,3% (BRASIL, 2014).

⁶⁰ Existe um total de 5.204.130 estabelecimentos agropecuários no país, sendo que metade pertence ao subsetor pecuário (IBGE, 2006).

o crescimento deve ser ainda maior, de 34,9% até 2022/23 (MAPA, 2013)⁶¹. FIESP e ICONE estimam que sejam necessários adicionais 443 mil ha/ano dedicados para a produção agropecuária até 2022; contudo, preveem que a maior parte desse aumento se dará pela ampliação de áreas de lavouras sobre pastagens⁶². Esse crescimento deve gerar até 5,9 milhões de novos empregos, ou o equivalente a 22% de todas as novas posições geradas no Brasil entre 2010 e 2022 (FIESP/ICONE, 2012).

A agropecuária é uma das principais responsáveis pelas emissões de GEE no Brasil, representando 29,6% das emissões totais do país em 2012, com especial destaque para a fermentação entérica dos animais (55,9% das emissões do setor). Todavia, as emissões que mais cresceram entre 2000 e 2012 foram aquelas associadas ao uso de fertilizantes nitrogenados, que aumentaram em 106% no período⁶³ (Observatório do Clima, 2013). Deve-se também levar em consideração a pressão que a atividade exerce sobre o desmatamento, especialmente sobre os biomas amazônico e cerrado (CNA, 2014).

Cabe destacar, contudo, que o setor também é aquele que apresenta os maiores potenciais de redução de emissões em curto prazo, pela adoção de práticas já existentes e, em alguma escala, já empregadas por produtores rurais no Brasil, as quais podem cortar em até um terço as emissões de GEE até 2020, além de melhorar a projeção da agricultura do país em mercados internacionais, tornando-a mais sustentável e eficiente (Observatório ABC, 2014).

De forma a propiciar o crescimento do setor, mas sem exercer maiores pressões sobre o ambiente, foi instituído, em 2010, o Plano ABC⁶⁴ que prevê ações para a redução de emissões de GEE na agricultura, com potencial de mitigação de até 162,9 milhões tCO₂eq até 2020, conforme observado na Tabela 8 (Observatório ABC, 2014).

Tabela 8 – Ações previstas no âmbito do Plano ABC

| Processo tecnológico | Compromisso (aumento de área/uso) | Potencial de Mitigação (milhões Mg CO ₂ eq) |
|---|-----------------------------------|--|
| Recuperação de Pastagens Degradadas | 15,0 milhões ha | 83 a 104 |
| Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) | 4,0 milhões ha | 18 a 22 |
| Sistema Plantio Direto (SPD) | 8,0 milhões ha | 16 a 20 |
| Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) | 5,5 milhões ha | 10 |
| Florestas Plantadas | 3,0 milhões ha | - |
| Tratamento de Dejetos Animais | 4,4 milhões ha | 6,9 |
| Total | - | 133,9 a 162,9 |

Fonte: (MAPA, 2012).

Como uma das formas de atingir as metas previstas no Plano, foi criado o Programa ABC (na safra 2010/2011), o qual oferece linhas de crédito⁶⁵, com recursos do BNDES e Banco do Brasil (BB)⁶⁶, específicas para as práticas apresentadas na Tabela 8. O volume de recursos a ser disponibilizado entre 2010 e 2020 é de R\$ 157 bilhões⁶⁷. Contudo, desde seu lançamento (safra 2010/2011) até o final da safra 2013/2014 somente 62% dos recursos disponíveis (R\$13,05 bilhões) foram executados⁶⁸ (Observatório ABC, 2013). Desta forma, existe grande potencial para o aumento dos desembolsos do programa.

⁶¹ O crescimento da área utilizada para a agropecuária no Brasil depende também do aumento da produtividade do setor. Por exemplo, Barioni et al. (2010) estimam que o aumento gradual da produtividade na pecuária pode reduzir em quase 70 Mha a área de pastagem em comparação a um cenário de referência (ver Anexo 4).

⁶² Para a Região Amazônica, a demanda adicional de terras seria de 2,5 mil Km², valor compatível com a meta de redução de 80% do desmatamento até 2020, conforme estabelecido na PNMC (FIESP/ICONE, 2012). É importante destacar que o desmatamento na Amazônia tem consequências para além da região Norte do país, por exemplo, com até 70% das chuvas no Estado de São Paulo (durante a estação chuvosa) decorrendo do vapor de água “transportado” da floresta por correntes de ar até as regiões Centro e Sudeste do Brasil (Fearnside, 2004).

⁶³ Em 2012, as emissões associadas ao uso de fertilizantes representaram 13% das emissões totais da agropecuária (Observatório do Clima, 2013).

⁶⁴ Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, estabelecido no âmbito da Política Nacional sobre Mudanças do Clima (MAPA, 2012).

⁶⁵ As linhas são: Recuperação de pastagens degradadas (ABC Recuperação), recuperação de APPs e RL (ABC Ambiental), plantio direto na palha (ABC Plantio Direto), integração lavoura pecuária floresta – ILPF (ABC Integração), plantio de florestas comerciais (ABC Floresta), fixação biológica de nitrogênio (ABC Fixação); tratamento de dejetos de animais (ABC Tratamento de Dejetos), agricultura orgânica (ABC Orgânico), e dendê (ABC Dendê) (BNDES, 2014).

⁶⁶ Notadamente os recursos da Poupança Rural no âmbito do Banco do Brasil (Observatório ABC, 2013).

⁶⁷ Por ora, a recuperação de pastagens degradadas é a principal destinação de tal montante (80,32% do total na safra 2012/13)

⁶⁸ Reflexo, dentre outros fatores, do baixo conhecimento do Programa por parte dos produtores rurais e agentes financeiros e da falta de atratividade do programa em comparação com outras linhas de crédito disponíveis para o setor. Por exemplo, o Programa exige do produtor a apresentação de projeto georreferenciado da propriedade e análises de solo (Observatório ABC, 2013).

Há, todavia, considerável potencial de crescimento para as atividades contempladas pelo Programa ABC, em especial para ILPF, SPD, FBN, tendo em vista os mais de 50 milhões de hectares de pastagens degradadas existentes no país. A adoção dessas técnicas também implicaria em redução do uso de adubos químicos⁶⁹ e de agrotóxicos, responsáveis pela poluição de recursos naturais como água e solo (Observatório ABC, 2013).

Apesar do disposto acima, as mudanças do clima também constituem ameaça para o setor, com consequências como alteração da disponibilidade hídrica e o aparecimento de novas pragas e doenças (GVces, 2014). Neste sentido, a elevação de temperaturas pode fazer com que as áreas favoráveis ao plantio de certas culturas reduzam em até um quarto já em 2020, ocasionando impacto negativo anual de R\$ 7,4 bilhões (Assad & Pinto, 2008). Assim, medidas de adaptação também são fundamentais para o setor (ver Anexo 4).

Dessa maneira, a promoção de práticas mais sustentáveis no setor agropecuário brasileiro, além de melhorar a produtividade do setor em curto período de tempo, oferece o benefício de contribuir para a redução de potenciais impactos negativos sobre o próprio setor. Adicionalmente, tais práticas também podem representar oportunidades no acesso a mercados internacionais, por exemplo, pela obtenção de certificações socioambientais (GVces, 2014) (Observatório ABC, 2013).

Neste sentido, o animal abatido precocemente apresenta um preço melhor de mercado e é consequência da intensificação da pecuária, ocasionando, além da redução de 3 milhões de tCO₂e com o abate precoce de 3 milhões de animais (10% dos animais abatidos no Brasil por ano), a ocorrência de expressivo aumento na produção de carne na mesma área, reduzindo as pressões sobre florestas nativas e, assim, o desmatamento⁷⁰ (EMBRAPA, 2012).

É fundamental observar que existem gargalos de infraestrutura para o escoamento da produção, destacando que, enquanto em 2010 74% das cargas de produtos do agronegócio foram transportadas em rodovias, o cenário para o futuro é de aumento da participação de ferrovias, podendo reduzir a participação do modal rodoviário para 57% até 2022, em decorrência de melhorias de infraestrutura, assim, diminuindo os problemas logísticos atualmente encontrados pelo setor (FIESP/ICONE, 2012) e reduzindo as emissões de GEE associadas ao transporte dos produtos.

Nesse cenário, a adequação do setor às práticas de baixa emissão de carbono não somente oferece ganhos em termos ambientais, como também está associada a ganhos de produtividade. Assim, o maior desafio para o setor, no curto e médio prazo, é ampliar e acelerar a adoção de práticas como a recuperação de pastagens e ILPF. Recursos para tal tarefa já existem no âmbito do Programa ABC, porém é necessário superar os principais entraves para a ampliação do seu desembolso.

Por fim, outros mecanismos também podem ser utilizados para fomentar a expansão do uso de práticas agropecuárias de baixa emissão de carbono, tais como o abate precoce, como realizado no Mato Grosso do Sul⁷¹, e mercados de Cotas de Reserva Ambiental (CRAs)⁷².

6 MERCADOS EMERGENTES DE CARBONO E OUTROS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Serviços ecossistêmicos podem ser definidos como aquelas contribuições (diretas e indiretas) dos ecossistemas ao bem estar da humanidade ou ainda como os benefícios, do meio ambiente, recebidos pelas pessoas e (Kumar, 2010) (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Tais serviços podem ser divididos de acordo com as seguintes categorias:

- Provisão: de alimentos, matérias primas, recursos hídricos, genéticos, medicinais ou ornamentais;
- Regulação: do clima, polinização, controle biológico de pragas e doenças, purificação da água;
- Habitat: manutenção dos ciclos de vida de espécies migratórias e da diversidade biológica; e
- Cultural: recreação, turismo etc. (GVces, 2013).

⁶⁹ Sobretudo os fertilizantes nitrogenados responsáveis por grande parte das emissões de N₂O.

⁷⁰ Análise nacional da produtividade das pastagens demonstra, por exemplo, que na região Norte do país – atualmente com 1 Unidade Animal (UA)/ha – é possível superar 4 UA/ha em um cenário de intensificação da pecuária, evitando a abertura de novas áreas de pastagens (Strassburg, et al., 2014). Para mapa completo da UA/ha no país e o potencial produtivo, ver Figura 22.

⁷¹ O Programa Novilho Precoce do Mato Grosso do Sul (MS) oferece redução das alíquotas de ICMS para o pecuarista que adotar práticas de abate precoce (SEPROTUR/MS, 2014).

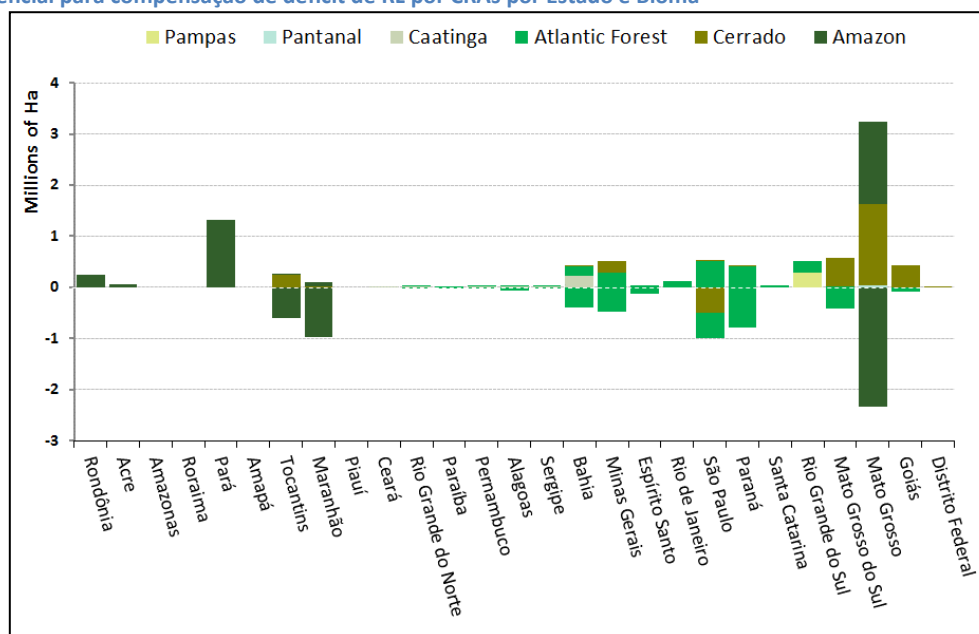
⁷² CRAs são títulos representativos de cobertura vegetal que podem ser usados para cumprir a obrigação de Reserva Legal em outra propriedade, conforme Decreto nº 9.235 de 5 de Maio de 2014 (BRASIL, 2014). Tal mecanismo será abordado na seção 6.

Uma vez que a ocorrência de tais serviços pode estar associada a diferentes segmentos da economia, a compilação de dados específicos ao setor é limitada⁷³. É, contudo, possível tratar dos mercados de serviços ecossistêmicos mais representativos, ainda que incipientes e voluntários, no contexto brasileiro, quais sejam: o mercado de títulos florestais e o mercado de títulos de emissões de GEE. Outros mercados de interesse para o país são os de direitos sobre uso de água e de logística reversa⁷⁴.

Conforme disposto no Código Florestal brasileiro, todo imóvel rural possui obrigação em manter parcela da propriedade com vegetação nativa, as chamadas Reservas Legais (RL)⁷⁵. Tal obrigatoriedade pode ser cumprida pela manutenção das RL ou pela aquisição do excedente de vegetação nativa em outra propriedade por meio da aquisição de Cotas de Reserva Ambiental (CRA)⁷⁶. Essa opção para cumprimento do Código gera um potencial econômico real para as CRAs, especialmente em um cenário em que o déficit estimado de Reserva Legal é de 129,7 Mha (IPEA, 2011).

O potencial (econômico) desse mercado depende indiretamente dos custos de restauração ambiental, equivalentes ao custo de oportunidade da aquisição de CRA. É possível estimar que cerca de 56% do déficit de RL possa ser abatido pelo mercado de CRAs (Figura 3) (Soares-Filho, et al., 2014). Estimativas realizadas em 2012 dão conta de um mercado potencial de aproximadamente R\$ 13 a 24 bilhões, de acordo com as limitações de transações entre propriedades de um mesmo estado ou bioma (Anexo 5) (Biofílica, 2013). Atualmente, contudo, o mercado conta com 1.900 propriedades ofertando CRA, em um montante de aproximadamente 2 Mha (BVRio, 2014).

Figura 3 – Potencial para compensação de déficit de RL por CRAs por Estado e Bioma



Fonte: (Soares-Filho, et al., 2014).

O mercado de logística reversa encontra-se em estágios iniciais de desenvolvimento no Brasil, como consequência e estimulado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010). A Política estabelece que sejam criados e postos em práticas sistemas de logística reversa para diversos resíduos sólidos⁷⁷. Neste sentido, a BVRio desenvolveu os Créditos de Logística Reversa de Embalagens (CLRs) emitidos por cooperativas de

⁷³ Não há por exemplo, um CNAE específico para serviços ecossistêmicos, assim como há para produtos florestais e silvicultura.

⁷⁴ Um mercado de logística reversa se relaciona indiretamente com serviços ecossistêmicos, dado que promove a otimização no uso de recursos naturais, reduzindo, assim, a pressão de consumo e a degradação de capital natural (em função de poluição decorrente de resíduos sólidos).

⁷⁵ Tal obrigação varia de acordo com o bioma em que a propriedade se encontra, sendo de 80% para propriedades na Amazônia, 35% para aquelas no cerrado e de 20% para os demais biomas (Soares-Filho, et al., 2014).

⁷⁶ Artigo 44 da Lei 12.651 de Maio de 2012 estabelece que “Cota de Reserva Ambiental” é um título nominativo comercializável para áreas com vegetação nativa intacta ou em regeneração e que excedem os requerimentos do próprio Código Florestal (BRASIL, 2012).

⁷⁷ A PNRS determina o fim dos lixões (até o dia 2 de Agosto de 2014) e o descarte em aterros sanitários apenas dos materiais que não podem ser reciclados (CEMPRE, 2013).

catadores e que podem ser comprados por empresas que possuem obrigações no âmbito da PNRS (BVRio, 2014)⁷⁸. Atualmente, cerca de 70 cooperativas ofertam CLRs (BVTrade, 2014).

As atividades de reciclagem no Brasil envolvem cerca de 800.000 catadores⁷⁹, responsáveis por mais de 70% de toda a coleta seletiva no país⁸⁰, e movimentam aproximadamente R\$ 12 bilhões por ano (BVRio, 2014) (Lopes L. , 2012). No que tange aos resíduos recicláveis, o Brasil possui uma taxa de recuperação⁸¹ de 27%, percentual que sobe para 65,3% no caso das embalagens. Ainda assim, estima-se que o país deixe de gerar adicionais R\$ 8 bilhões por ano ao destinar equivocadamente lixo que poderia ser reciclado, especialmente levando em consideração que matérias-primas recicladas apresentam vantagens econômicas sobre materiais virgens (Tabela 20) (CEMPRE, 2013)⁸².

Com relação às emissões de GEE, a PNMC prevê como um de seus possíveis instrumentos o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), em que ocorreria a negociação “de títulos mobiliários representativos de emissões de gases de efeito estufa evitadas certificadas” (BRASIL, 2009). Contudo, tal mercado ainda não foi operacionalizado, dependendo ainda de regulamentação. Estimativas acerca do potencial desse mercado foram conduzidas pelo Environmental Defense Fund e são retratadas na Figura 4 e

⁷⁸ Similarmente, foram desenvolvidos os Créditos de Destinação Adequada de Pneus (CDA-PN) – já disponíveis – e os Créditos de Destinação Adequada de Eletroeletrônicos (CDA-EE) – ainda indisponíveis (BVRio, 2014).

⁷⁹ 30 mil organizados em cooperativas (CEMPRE, 2013).

⁸⁰ A coleta seletiva no país restringe-se a somente 14% dos municípios (CEMPRE, 2013).

⁸¹ Resíduos recuperados são aqueles que foram desviados dos lixões e aterros, retornando à atividade produtiva (CEMPRE, 2013).

⁸² CEMPRE: Compromisso Empresarial para Reciclagem.

Quadro 1. Adicionalmente, os autores recomendam fortemente a leitura do Anexo 6, para a melhor compreensão das premissas adotadas e dos diferentes cenários em que um mercado de redução de emissões pode ser adotado no Brasil, bem como seus impactos sobre os preços de permissões, os volumes de reduções de emissões e de recursos que podem ser disponibilizados para a redução do desmatamento.

Entretanto, por ora créditos de carbono estão restritos ao mercado voluntário, em especial para os projetos e programas de REDD+⁸³ (responsável por 38% dos créditos comercializados no mundo em 2013). O Brasil é o principal ofertante de tais créditos da América Latina, por exemplo, com um projeto de REDD+ entre o estado do Acre e o banco de desenvolvimento alemão KfW da ordem de 8 MtCO₂e transacionadas com um valor de cerca de \$25 milhões dólares (Ecosystem Marketplace, 2014).

Além disso, o governo do Noruega se comprometeu em destinar até US\$ 1 bilhão em pagamentos para reduções (demonstradas) no desmatamento no bioma Amazônico, tendo distribuído cerca de US\$ 760 milhões até o momento, por meio do Fundo Amazônia, administrado pelo BNDES. É relevante também destacar o histórico do país com relação aos projetos de MDL, sendo o terceiro principal ator nesse âmbito (5% do total dos projetos no mundo – Figura 26), somente atrás de China e Índia (World Bank, 2014).

No que diz respeito a um mercado de direitos de água doce, não há legislação em vigor no país que preveja a comercialização de outorgas de captação e uso de água, ainda que a crescente demanda por recursos hídricos e a escassez de oferta (em certas regiões) sugiram relevante potencial econômico a ser explorado. Por ora, há o mercado voluntário de “produção de água”, expresso na forma de pagamentos por serviços ambientais de proteção e recuperação de recursos hídricos, como o Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas, que conta com 16 projetos em diferentes estágios de desenvolvimento e UFs (ANA, 2014) (Tabela 19).

Desta maneira, é possível concluir que o Brasil já apresenta desenvolvimento interessante para mercados de títulos florestais (CRAs) e para mercado de logística reversa, ainda que de forma incipiente, mas com suporte no Código Florestal e na PNRS. Similarmente, um mercado de GEE possui embasamento legal no âmbito da PNMC, embora não tenha sido operacionalizado. Por fim, um mercado interessante para o contexto brasileiro seria o de direitos sobre uso de água, este, porém, carece de legislação que o contemple e até mesmo de iniciativas voluntárias.

⁸³ Discussões acerca de REDD são apresentadas no Anexo 6.

Quadro 1 – Estimativas do Environmental Defense Fund acerca do potencial mercado de reduções de emissões no Brasil

Reduções de emissões são um ativo ambiental que podem ter um valor significativo nos mercados de emissões de gases de efeito estufa no futuro, tanto nacional quanto internacionalmente. Um exercício de modelagem do Environmental Defense Fund considera um cenário hipotético em que o Brasil estabelecería um mercado puramente doméstico, que teria início em 2015 e alcançaria uma redução de 42% no ano de 2030 com relação às emissões nacionais projetadas pelo governo para o ano de 2020. Este cenário é mostrado na Figura 4 e sua fundamentação metodológica é desenvolvida no Anexo 6.

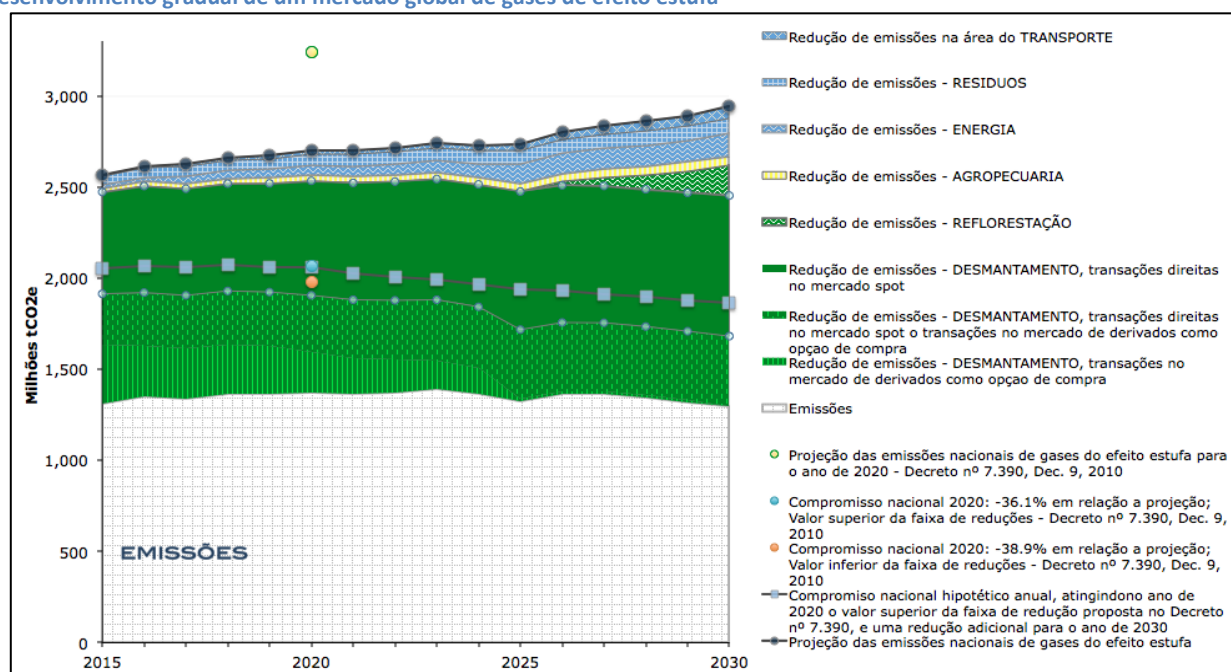
Este mercado geraria uma média de 750 milhões de toneladas de emissões reduzidas por ano, com uma contribuição das florestas de cerca de 80% deste total. Tais cifras representariam em média US\$ 0,8 bilhão/ano em recursos disponíveis para a redução do desmatamento, o aumento do reflorestamento, e a promoção da agricultura de baixo carbono. O valor estimado das reduções das emissões no âmbito de um mercado de carbono brasileiro aumentaria em decorrência de ligações a mercados internacionais.

Além das reduções usadas para uma eventual meta nacional, o EDF estima que o Brasil poderia vender cerca de 10,185 bilhões de toneladas de emissões provenientes da redução do desmatamento ou cerca de 680 milhões de toneladas por ano, durante o período 2015-2030⁸⁴. As reduções vendidas durante este período teriam um valor presente líquido total de cerca de US\$ 70 bilhões, já subtraídos os custos de cumprimento das metas nacionais.

A análise considera explicitamente as incertezas de preços e da possibilidade de enfrentar os riscos de transações de toneladas diretamente no mercado ("spot" de transações), bem como em contratos de "opções" de venda. Das toneladas negociadas nos mercados internacionais, estima-se que o Brasil possa vender 25% diretamente no mercado, 23% sob contratos de opções (dadas as incertezas nos preços futuros), e os restantes 52% ou sob contratos de opções ou diretamente no mercado. A figura também mostra o potencial de começar a reduzir as emissões de imediato e reservar ("bancarr") reduções para uso em anos posteriores.

Fonte: (EDF, 2014).

Figura 4 – Reduções de emissões estimadas em um mercado no Brasil entre 2015-2030, com o comércio internacional e desenvolvimento gradual de um mercado global de gases de efeito estufa⁸⁵



Fonte: (EDF, 2014), com base nas curvas de custo de abatimento de emissões do modelo PÓLES; World Bank (2010); e SimBrazil Modelo da Universidade Federal de Minas Gerais.

⁸⁴ Quase 20% destas reduções são estimadas de vir de uma fração das "ações antecipadas" em qualidade de redução do desmatamento das florestas antes de 2015, que se supõe serão parcialmente reconhecidas nos mercados internacionais.

⁸⁵ Reduções de emissões abaixo do limite hipotético são os disponíveis a ser reservados ("bancados") para uso no futuro. Neste cenário, um quarto das reduções alcançadas entre 2006-2014 estão disponível como créditos de "ações antecipadas" (*early action*) para o mercado brasileiro a partir de 2020 (EDF, 2014).

7 BIBLIOGRAFIA

- ABAL. (2013). *Reciclagem: Latinhas Campeãs*. Acesso em 1º de Setembro de 2014, disponível em Associação Brasileira do Alumínio: <http://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/latinhas-campeas/>
- ABEEólica. (2014). *Um novo pré-sal trazido pelos ventos*. Acesso em 18 de Agosto de 2014, disponível em Associação Brasileira de Energia Eólica: <http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/noticias/1798-um-novo-pr%C3%A9-sal-trazido-pelos-ventos.html>
- ABRAF. (2012). *Anuário Estatístico 2012 - Ano Base 2011*. Brasília: ABRAF.
- ABRAF. (2013). *Anuário Estatístico 2013 - Ano Base 2012*. Brasília: ABRAF.
- ABRAF. (2011). *Anuário Estatístico da ABRAF 2011 - Ano Base 2010*. Brasília: ABRAF.
- ABRAPCH. (2014). *Déficit no Sudeste/Centro Oeste: Como as pequenas centrais hidroelétricas e as CGHs podem ajudar muito o Brasil a recuperar a estabilidade do seu sistema elétrico*. Curitiba: ABRAPCH.
- ABRELPE. (2013). *Atlas energético de emissões de GEE e potencial energético na destinação de resíduos sólidos*. São Paulo: ABRELPE.
- Aguiar, R. (2014). *Gestão Eficiente de Energia - Apresentação no Congresso Brasileiro de Eficiência Energética*. São Paulo: ABESCO.
- ALENCAR, M. M., & BARBOSA, P. F. (2010). *Melhoramento Genético de Gado de Corte no Brasil*.
- AMCHAM. (Março de 2013). *Adoção da Bandeira Tarifária é passo importante para dar racionalidade e previsibilidade ao sistema elétrico*. Acesso em 18 de Agosto de 2014, disponível em American Chamber of Commerce for Brazil: <http://www.amcham.com.br/competitividade-brasil/noticias/adocao-da-bandeira-tarifaria-e-passo-importante-para-dar-razionalidade-e-previsibilidade-ao-sistema-eletrico>
- ANA. (2009). *Programa Produtor de Água*. Brasília: Agência Nacional de Águas.
- ANA. (2014). *Programa Produtores de Água*. Acesso em 27 de Agosto de 2014, disponível em Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos: <http://www2.snirh.gov.br/home/webmap/viewer.html?webmap=b313aea335ea407f844a2b1f9e70473b>
- ANEEL. (2014). *Banco de Informações de Geração (BIG)*. Acesso em 20 de Julho de 2014, disponível em Agência Nacional de Energia Elétrica: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>
- ANEEL. (2014). *Informações Técnicas: Bandeiras Tarifárias*. Acesso em 18 de Agosto de 2014, disponível em Agência Nacional de Energia Elétrica: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=758>
- ANEEL. (2013). *Resolução Normativa Nº 547, de 16 de Abril de 2013*. Brasília: ANEEL.
- ANP. (2014). *Sistema de Levantamento de Preços*. Acesso em 2014, disponível em Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: <http://www.anp.gov.br/preco/>
- ARB. (2010). *Low Carbon Fuel Standard regulation: Unofficial Electronic Version*.
- Assad, E. D., & Pinto, H. S. (2008). *Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil*. Embrapa e Unicamp, São Paulo.
- Baitelo, R. (Agosto de 2014). *Impactos Socioeconômicos de Energias Renováveis e Medidas de Eficiência Energética no Brasil*. (GVces, Entrevistador)
- Barioni, L. G., Martha Junior, G., Sainz, R., Alves, B., & Lima, M. d. (2010). *Cenário de baixo carbono para o uso do solo no Brasil: Potencial de mitigação das emissões diretas da pecuária no Cenário de Baixo Carbono*. In: C. Gouvello, B. Soares Filho, & A. Nassar, *Estudo de baixo carbono para o Brasil: Uso da terra, mudanças do uso da terra e florestas* (pp. 170-222). Banco Mundial.
- Barreto, E. J., & Filho, G. L. (2008). *Pequenos aproveitamentos hidroelétricos: Soluções energéticas para a Amazônia*. Brasília: MME.
- Biofilica. (17 de Agosto de 2013). *Cota de Reserva Ambiental*. Acesso em 5 de Setembro de 2014, disponível em Instituto Centro de Vida: <http://www.icv.org.br/site/wp-content/uploads/2013/08/17.pdf>
- BNDES. (2014). *Energia Elétrica – Geração Renovável*. Acesso em 20 de Julho de 2014, disponível em Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Produtos/FINEM/energia_geracao_renovavel.html
- BNDES. (4 de 9 de 2014). *Papel e Celulose - O potencial de investimento nos setores florestal, de celulose e de papel*. Fonte: Perspectivas de investimentos: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv_perspectivas/04_Perspectivas_do_Investimento_2010_13_PAPEL_E_CELULOSE.pdf
- BNDES. (2014). *Plano Conjunto BNDES-Finep de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucoenergético e Sucoquímico – PAISS*. Acesso em 10 de Setembro de 2014, disponível em Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Inovacao/paiss/
- BNDES. (2014). *Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura – Programa ABC*. Acesso em 14 de Agosto de 2014, disponível em Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social: <http://www.bndes.gov.br/apoio/abc.html>
- BRASIL. (2014). *Decreto nº 9.235 de 5 de Maio de 2014*.
- BRASIL. (28 de Fevereiro de 2014). *Economia e Emprego: Agropecuária permanece entre destaques do PIB brasileiro*. Acesso em 14 de Agosto de 2014, disponível em Portal Brasil: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/02/agropecuaria-permanece-entre-destaque-do-pib-brasileiro>
- BRASIL. (2009). *Lei Nº 12.187, de 29 de Dezembro de 2009*.
- BRASIL. (2010). *Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010*.
- BRASIL. (2012). *Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012*.

- BRASIL. (2013). *Lei nº 12.783, de 11 de Janeiro de 2013*.
- BRASIL. (2013). *Lei nº 12.805, de 29 de Abril de 2013*.
- Butterfield, R. P. (1995). Promoting biodiversity: advances in evaluating native species for reforestation. *Forest Ecology and Management*, pp. 111-121.
- BVRio. (2014). *Cotas de Reserva Ambiental*. Acesso em 22 de Agosto de 2014, disponível em Bolsa Verde do Rio de Janeiro: <http://www.bvrio.org/site/>
- BVRio. (2014). *Créditos de Destinação Adequada de Embalagens*. Acesso em 27 de Agosto de 2014, disponível em Bolsa Verde do Rio de Janeiro - Mercados - Resíduos Sólidos: <http://www.bvrio.org/site/index.php/mercados/logistica-reversa/embalagens>
- BVTrade. (2014). *Bem-vindo à Plataforma de Negociação BVTrade*. Acesso em 27 de Agosto de 2014, disponível em BVTrade - Plataforma de Negociação da BVRio: <http://www.bvtrade.org/login/login.do>
- Câmara dos Deputados. (2014). *Relatório Final da Subcomissão Especial para Acompanhar as Atividades da Conferência das Partes sobre Mudanças Climáticas*. Brasília: Câmara dos Deputados.
- Camargo-Schubert. (2013). *Atlas Eólico: Bahia*. Curitiba; Salvador: Camargo-Schubert; SECTI; SEINFRA; CIMATEC; SENAI.
- Campanhola, C. (20 de 8 de 2014). *Naativa Ambiental*. Fonte: Pesquisa florestal no Brasil: <http://www.naativaambiental.com.br/noticias-detalhes.php?id=31>
- Carvalho, J. F. (2012). O espaço da energia nuclear no Brasil. *Estudos Avançados*, 26 (74), pp. 293-307.
- CEMPRE. (2013). *CEMPRE Review 2013*. São Paulo: CEMPRE.
- Cepea/Esalq. (Janeiro de 2013). *Cepea - Açúcar & Etanol*. Acesso em 15 de Setembro de 2014, disponível em Agromensal - Cepea/Esalq: http://www.cepea.esalq.usp.br/agromensal/2013/01_janeiro/AcucarAlcool.htm#_III_-_Gráficos
- CEPEA-USP/CNA. (2014). *PIB do Agronegócio - Dados de 1994 a 2013*. Piracicaba: CEPEA-USP/CNA.
- CERNE. (22 de Abril de 2014). *Incentivos fiscais federais atraem instalação de projetos eólicos no RN*. Acesso em 18 de Agosto de 2014, disponível em Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia: <http://www.cerne.org.br/pt-BR/noticias/incentivos-fiscais-federais-atraem-instalacao-de-projetos-eolicos-no-rn>
- CERPCH. (9 de Fevereiro de 2012). *Proventos estima 340GW eólicos offshore exploráveis no Brasil*. Acesso em 18 de Setembro de 2014, disponível em Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/noticias/proventos-estima-340gw-eolicos-offshore-exploraveis-no-brasil.html>
- CGEE. (2010). *Química verde no Brasil: 2010 - 2030*. Brasília: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos.
- CNA. (2 de Agosto de 2012). *Cai produtividade da cana-de-açúcar na região Centro-Sul*. Acesso em 15 de Setembro de 2014, disponível em Notícias CNA: <http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/noticias/cai-productividade-da-cana-de-acucar-na-regiao-centro-sul>
- CNA. (2014). *Plano ABC: Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas visando à Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura*. Brasília: CNA.
- CNI; ELETROBRÁS. (2009). *Eficiência energética na indústria: o que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional*. Brasília: CNI; ELETROBRÁS.
- Correa, A. G., & Zuin, V. G. (2009). Princípios Fundamentais da Química Verde. In: A. G. Correa, & V. G. Zuin, *Química Verde: Fundamentos e Aplicações* (pp. 9-22). São Carlos: EDUFSCar.
- Costa, F. J. (13 de Junho de 2013). Can Rationing Affect Long Run Behavior? Evidence from Brazil. *London School of Economics*.
- Costellini, C., & Hollanda, L. (2014). *Setor Elétrico: da MP 579 ao pacote financeiro*. São Paulo: FGV Energia.
- Cotta, M. (2006). *Análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de certificados de emissões reduzidas*. Viçosa: Universidade de Viçosa.
- Diário do Nordeste. (22 de Janeiro de 2014). *Dilma quer atrair R\$ 123 bi para o setor elétrico*. Acesso em 11 de Agosto de 2014, disponível em Diário do Nordeste: Negócios: <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/dilma-quer-atrair-r-123-bi-para-o-setor-eletrico-1.797167>
- DIEESE. (2013). *Boletim do Setor Elétrico - Número 2*. São Paulo: DIEESE.
- DIEESE. (2011). *Estatísticas do meio rural 2010-2011. 4.ed.* DIEESE; NEAD; MDA, São Paulo.
- DIEESE. (2012). *Evolução do Emprego no Setor de Energia Elétrica no Brasil 1996-2012*. São Paulo: DIEESE.
- Ecosystem Marketplace. (2014). *Sharing the Stage: State of the Voluntary Carbon Markets 2014*. Washington, DC: Forest Trends and Bloomberg New Energy Finance.
- EDF. (2014). *Managing Risks and Returns of Carbon Market Strategies for REDD+ in Brazil: A Preliminary Scenario Analysis*. New York, NY: Environmental Defense Fund (EDF).
- EDF. (2014). *Managing Risks and Returns of Carbon Market Strategies for REDD+ in Brazil: A Preliminary Scenario Analysis*. New York, NY: Environmental Defense Fund (EDF).
- Eletrobras. (2011). *Relatório de Sustentabilidade 2010*. Rio de Janeiro: Eletrobras.
- Embrapa. (15 de Maio de 2014). *Encontro Brasileiro de Silvicultura reúne setor responsável por 4,5% do PIB nacional*. Acesso em 25 de Agosto de 2014, disponível em Portal Embrapa: Florestas e Silvicultura: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1713635/encontro-brasileiro-de-silvicultura-reune-setor-responsavel-por-45-do-pib-nacional>

- EMBRAPA. (2012). *Pecuária de corte brasileira: redução do aquecimento global pela eficiência dos sistemas de produção*. Campo Grande/MS: Embrapa.
- EMBRAPA. (1986). *Zonamento ecológico para plantios florestais no estado do Paraná*. Brasília: Embrapa.
- Embrapa; Unicamp. (2008). *Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil*. São Paulo: Embrapa/Unicamp.
- Energy Policy. (2009). *Does Brazil need new nuclear power plants?* Amsterdam: Elsevier.
- EPE. (2014). *Consumo de Energia no Brasil: Análises Setoriais*. Rio de Janeiro: EPE.
- Época. (2012). *Renovação dos canais trará resultados só em 2015*. Acesso em 18 de Setembro de 2014, disponível em Época Negócios - Economia: <http://epocanegocios.globo.com/Revista/Common/0,,ERT270989-16357,00.html>
- FAO. (2012). *Statistical Yearbook 2012*. Roma: FAO.
- FAO. (4 de 9 de 2014). *Sustainability dimensions*. Fonte: FAO: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e04.pdf>
- Farina, E., Rodrigues, L., & Souza, E. L. (2013). A Política de Petróleo e a Indústria de Etanol no Brasil. *Interesse Nacional*, 64-75.
- Fearnside, P. M. (Abril de 2004). A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje*, pp. 63-65.
- Ferreira, L. (8 de Dezembro de 2011). *Brasil diz que aceita meta legal e obrigatória após 2020; COP caminha para acordo*. Acesso em 5 de Setembro de 2014, disponível em UOL Ciência e Saúde: <http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2011/12/08/brasil-diz-que-aceita-meta-legal-e-obrigatoria-apos-2020-cop-caminha-para-acordo.htm>
- FGV/GVces. (2013). *Diagnóstico preliminar das principais informações sobre projeções climáticas e socioeconômicas, impactos e vulnerabilidades disponíveis em trabalhos e projetos dos atores mapeados*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- FIESP. (2013). *Outlook Fiesp 2023 projeções para o agronegócio brasileiro*. FIESP, São Paulo.
- FIESP/ICONE. (2012). *Outlook Brasil 2022 - projeções para o agronegócio*. São Paulo: FIESP/ICONE.
- FIRJAM. (2013). *O impacto da adoção do Sistema de Bandeiras Tarifárias para a competitividade da indústria brasileira*. Rio de Janeiro: FIRJAM.
- Fontes, C. A. (2011). Emissão de metano por bovinos de corte, suplementados ou não, em pastagem de capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). Emissão por Mcal de energia líquida ingerida e por kg de ganho. *48ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira*, 1-3.
- FUNCEF. (2014). *Fundos de pensão investem em florestas*. Acesso em 26 de Agosto de 2014, disponível em Fundação dos Economistas Federais - Notícias: https://www.funcef.com.br/ccom/PageSvr.aspx/Get?id_doc=3564
- Gomes, E. d. (2013). *Potencial de repotenciação de usinas hidrelétricas no Brasil e sua viabilização*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Mecânica.
- Greenpeace. (2013). *Revolução energética: A caminho do desenvolvimento limpo*. São Paulo: Greenpeace.
- Greenpeace. (2014). *Super Trunfo Energia*. São Paulo: Greenpeace.
- GVces. (2014). *O Sistema Financeiro Nacional e a Economia Verde: Alinhamento ao Desenvolvimento Sustentável – AGROPECUÁRIA*. São Paulo: GVces/FGV-EAESP.
- GVces. (2013). *Tendências em Serviços Ecosistêmicos - TeSe*. Acesso em 27 de Agosto de 2014, disponível em TeSe: O quesão serviços ecossistêmicos: <http://www.tendenciasemse.com.br/index.php?r=site/conteudo&id=2>
- Hage, F. A., Peixoto, M., & Vieira Filho, J. E. (2012). *Aquisição de terras por estrangeiros no Brasil: Uma avaliação jurídica e econômica*. Brasília: Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- IBGE. (2006). *Censo Agropecuário 2006: Brasil, grande regiões e unidades da federação*. In: IBGE.
- IBGE. (2012). *Censo Demográfico 2010*. Brasília: IBGE.
- IBGE. (2013). *Contas Nacionais Trimestrais - Indicadores de Volume e Valores Correntes*. Brasília: IBGE.
- IBGE. (2012). *Quantidade e valor dos produtos da extração vegetal e da silvicultura, segundo os principais produtos - Brasil - 2011*. Brasília: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura.
- IEA. (2010). *World Energy Outlook 2010*. Paris: OECD/IEA.
- INPA. (2014). *Informativo Técnico da Rede de Sementes da Amazônia*. Acesso em 5 de Setembro de 2014, disponível em Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia: https://www.inpa.gov.br/sementes/sementes_it2.php
- Instituto Ethos; WWF-Brasil; Fundación Avina. (2012). *Combate à devastação ambiental e trabalho escravo na produção de ferro e aço*. São Paulo: Instituto Ethos; WWF-Brasil; Fundación Avina.
- Investopedia. (2014). *Definition of 'Comparative Advantage'*. Acesso em 11 de Agosto de 2014, disponível em Investopedia.com: <http://www.investopedia.com/terms/c/comparativeadvantage.asp>
- Investopedia. (2014). *Definition of 'Competitive Advantage'*. Acesso em 11 de Agosto de 2014, disponível em Investopedia.com: http://www.investopedia.com/terms/c/competitive_advantage.asp
- Ipam; ISA; Imazon. (2014). *O Aumento no Desmatamento na Amazônia em 2013: um ponto fora da curva ou fora de controle?* Acesso em 4 de Setembro de 2014, disponível em Imazon: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/outros/o-aumento-no-desmatamento-na-amazonia-em-2013-um-ponto-fora-da-curva-ou-fora-de-controle>
- IPEA. (2011). *Código Florestal: Implicações do PL 1876/99 nas áreas de Reserva Legal*. Brasília: IPEA.
- Kumar, P. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: ecological and economic foundations*. UNEP/Earthprint.

- Lima, L. M., Reginato, G. A., & Bartholomeu, D. B. (2007). *Levantamento de estimativas de absorção de carbono por florestas nativas e comerciais no Brasil*. Piracicaba: ESALQ/USP.
- LIMA, N. R. (3 de 9 de 2014). *ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO PARA AS ESPÉCIES Eucalyptus camaldulensis Dehn. E Corymbia citriodora (Hook) K.D.Hill & L.A.S. Johnson. NO ESTADO DA BAHIA*. Fonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: http://www.sbagro.org.br/anais_congresso_2011/cba2011/trabalhos/01/cba01_329_459.pdf
- Lopes, L. (3 de Janeiro de 2012). *Os números da reciclagem no Brasil*. Acesso em 1º de Setembro de 2014, disponível em Revista Época: <http://revistaepoca.globo.com/Sociedade/o-caminho-do-lixo/noticia/2012/01/os-numeros-da-reciclagem-no-brasil.html>
- Lopes, O. A. (2013). Avaliação de métodos avançados de geração de energia elétrica na indústria de açúcar e bioenergia. *Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP/FGV, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agroenergia*.
- Macedo, I. C., Seabra, J. E., & Silva, J. E. (2008). Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. *Biomass and bioenergy*, 32 (7), 582-595.
- Maluf, G. (2014). *A competição entre o etanol de segunda geração e a produção de eletricidade pelo uso do bagaço*. São Paulo: Dissertação (MPAGRO) – Escola de Economia de São Paulo.
- MAPA. (2014). *Balança comercial brasileira e balanço comercial do agronegócio: 1989 a 2013*. Brasília: CGOE / DPI / SRI / MAPA.
- MAPA. (2013). *Gestão sustentável na agricultura*. Brasília: MAPA/ACS.
- MAPA. (25 de 6 de 2014). *Plano Agrícola e Pecuário 2014/2015*. Fonte: Ministério da Agricultura: <http://www.agricultura.gov.br/pap>
- MAPA. (2013). *Plano Agrícola e Pecuário 2013/2014*. Brasília: MAPA.
- MAPA. (2012). *Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)*. Brasília: MAPA/ACS.
- MAPA. (2013). *Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/13 a 2022/23 - Projeções de Longo Prazo*. Brasília: MAPA.
- MAPA. (2013). *Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Assessoria de Gestão Estratégica, Brasília.
- Martins, S. (2013). *Diretrizes para uma economia verde no Brasil II – Agronegócio e agricultura familiar*. Rio de Janeiro: FBDS.
- Martins, S. (2013). *DIRETRIZES PARA UMA ECONOMIA VERDE NO BRASIL II - AGRONEGÓCIO E AGRICULTURA FAMILIAR*. Rio de Janeiro: FBDS.
- MCTI. (2013). *Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil*. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Brasília: MCTI.
- MCTI. (Agosto de 2014). *Fatores de Emissão de CO2 para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil*. Acesso em 21 de Agosto de 2014, disponível em MCTI: Meteorologia e Mudanças Climáticas: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html#ancora>
- MDIC. (2011). *Plano Setorial de Redução das Emissões da Siderurgia - Sumário Executivo*. Brasília: MDIC e CGEE.
- Milanez, A. Y., Nyko, D., Valente, M. S., Xavier, C. E., Kulay, L. A., Donke, C. G., et al. (Junho de 2014). A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política. *Revista do BNDES*, 147-208.
- Millenium Ecosystem Assessment. (2005). *Global Assessment Report: Current State & Trends*. UNEP.
- MMA. (2012). *Brasil com florestas: Oportunidades para o desenvolvimento de uma economia florestal e a reestruturação necessária do setor*. Brasília: MMA - Serviço Florestal Brasileiro.
- MME. (2009). *Portaria nº 242, de 25 de Junho de 2009*. Brasília: MME.
- MME/EPE. (2013). *Balanço Energético Nacional 2012 – Relatório Síntese*. Rio de Janeiro: EPE.
- MME/EPE. (2014b). *Balanço Energético Nacional 2013 – Relatório Síntese*. Rio de Janeiro: EPE.
- MME/EPE. (2014). *Custo Marginal de Expansão - Metodologia de Cálculo e Valor para 2014*. Rio de Janeiro: MME/EPE.
- MME/EPE. (2014). *PDE 2013-2022 - Plano Decenal de Expansão de Energia – Relatório Final*. Rio de Janeiro: EPE.
- Neves, M. F., & Trombin, V. G. (2014). *A Dimensão do Setor Sucoenergético: Mapeamento e Quantificação da Safra 2013/14*. Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RP/USP.
- Observatório ABC. (2013). *Agricultura de Baixa Emissão de Carbono: Financiando a transição*. São Paulo: Observatório ABC.
- Observatório ABC. (19 de 8 de 2014). *Análise dos Recursos do Programa ABC - Safra 2013/2014 (até abril)*. Fonte: Observatório ABC: <http://www.observatorioabc.com.br/index.php/cms/biblio/see/iddocumento/507>
- Observatório ABC. (2014). *O Brasil e uma agricultura de baixo carbono agenda para os presidentes*. São Paulo: Observatório ABC.
- Observatório do Clima. (2013). *Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil 1990-2012*. São Paulo: Observatório do Clima.
- OBT/INPE. (22 de Agosto de 2014). *Mapeamento da degradação florestal na Amazônia brasileira - DEGRAD*. Acesso em 15 de Setembro de 2014, disponível em Coordenação-geral de Observação da Terra: <http://www.obt.inpe.br/degrad/>
- Oliveira, E. B. (15 de Maio de 2014). 3º Encontro Brasileiro de Silvicultura. (K. Pichelli, & G. Massetto, Entrevistadores)

- ONU. (27 de Setembro de 2013). *No Brasil, agricultura familiar representa 77% dos empregos no setor agrícola*. Acesso em 14 de Agosto de 2014, disponível em ONU BR: Nações Unidas no Brasil: <http://www.onu.org.br/no-brasil-agricultura-familiar-representa-77-dos-empregos-no-setor-agricola/>
- Paixão, F. A. (2004). *Quantificação do Estoque de Carbono em Floresta Plantada de Eucalipto e Avaliação Econômica de Diferentes Alternativas de Manejo*. Viçosa: Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.
- Pinto, H. S., Assad, E. D., Salgado, P. R., & Pellegrino, G. Q. (2014). *Potencialidade do mecanismo “cap and trade” no Brasil*.
- Planeta Sustentável. (Abril de 2009). *Respostas: Quais são os tipos de energia limpa existentes?* Acesso em 11 de Agosto de 2014, disponível em Planeta Sustentável: Energia: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/energia/conteudo_448632.shtml
- Presidência da República. (2006). *Discurso do Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, na abertura do segmento de alto nível da Oitava Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP 8)*. Curitiba: Secretaria de Imprensa e Porta-Voz.
- Procel; Eletrobrás. (2014). *Resultados Procel 2014 - Ano Base 2013*. Brasília: Eletrobrás .
- Raad, T. J., & Melo, V. d. (2014). *Modernização da Produção de Carvão Vegetal: Medidas para superação de obstáculos para redução de emissões*. Brasília: Seminário CGEE & DECOI da SDP/MDIC.
- RFA. (2014). *World Fuel Ethanol Production*. Acesso em 10 de Setembro de 2014, disponível em Renewable Fuels Association: <http://ethanolrfa.org/pages/World-Fuel-Ethanol-Production>
- Rocha, G. F., Ferreira, L. G., Ferreira, N. C., & Ferreira, M. E. (2011). Detecção de desmatamentos no bioma cerrado entre 2002 e 2009: padrões, tendências e impactos. *Revista Brasileira de Cartografia* , 341-349.
- SAE. (Julho de 2014). *Nota Estratégica 4 - Florestas Plantadas: Bases para a Política Nacional*. Acesso em 26 de Agosto de 2014, disponível em Secretaria de Assuntos Estratégicos: Notas Estratégicas: <http://www.sae.gov.br/site/?p=24857>
- Salman, A. K., Passos, A. M., Sousa, H., & Cipriani, H. N. (12 de Agosto de 2014). *Artigo: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta como alternativa para pecuária na Amazônia*. Acesso em 5 de Setembro de 2014, disponível em Embrapa: <https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/1963171/artigo-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-como-alternativa-para-pecuaria-na-amazonia>
- Santos, I. T. (2012). *Adaptação regulatória na indústria de biocombustíveis*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro: Instituto de Economia - Dissertação de Mestrado.
- Sauer, S. (2010). Demanda mundial por terras: “land grabbing” ou oportunidade de negócios no Brasil? *Revista de Estudos e Pesquisas sobre as Américas* , 4 (1), 72-88.
- SBS. (2007). *Fatos e Números do Brasil Florestal*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura.
- Schaeffer, R. (2010). *Estudo de Cenários Futuros de Baixa Emissão de Carbono no Brasil - Cenário de Baixo Carbono Brasil - Setor Energia*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.
- Schumacher, M. (2002). Estoque de carbono em florestas plantadas de Pinus taeda L. e Acácia mearnsii De Wild. Plantadas no estado do Rio Grande do Sul – Brasil. In: S. C. al., *As florestas e o carbono* (pp. 141-152). Curitiba.
- SEPROTUR/MS. (06 de 05 de 2014). *Projeto Novilho Precoce*. Fonte: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário, da Produção, da Indústria, do Comércio e do Turismo: <http://www.seprotur.ms.gov.br/index.php?inside=1&tp=3&comp=&show=1146>
- Soares-Filho, B., Rajão, R., Macedo, M., Carneiro, A., Costa, W., Coe, M., et al. (2014). Cracking Brazil’s Forest Code. *Science* , 344, 363-364.
- Sparovek, G., Barretto, A., Klug, I., Papp, L., & Lino, J. (2010). A revisão do Código Florestal brasileiro. *Novos Estudos - CEBRAP* , 111-135.
- Stephanes, R. (2012). *Código Florestal - A lei e considerações*. Brasília: Brasília.
- Strassburg, B. B., Latawiec, A. E., Barioni, L. G., Nobre, C. A., Silva, V. P., Valentim, J. F., et al. (1 de Junho de 2014). When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change* , pp. 84-97.
- Traylen, D. (Março/Abril de 2014). Heading South? *Biofuels International* , 46-50.
- U.S. EPA. (2014). *Hydroelectricity*. Acesso em 5 de Setembro de 2014, disponível em U.S. Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/hydro.html>
- UNICA. (2014). *Avaliação quinzenal da safra 2014/2015 da região Centro-Sul*. São Paulo: UNICA.
- UNICA. (2013). *Balanço 2013*. São Paulo: UNICA.
- UNICA. (2014). *Bioeletricidade: Situação Atual e Perspectivas*. São Paulo: UNICA.
- UNICA. (17 de Dezembro de 2013). Coletiva de Imprensa. São Paulo.
- UNICA. (2014). *Etanol: O que está acontecendo?* São Paulo: UNICA.
- UNICA. (2014). *Frota brasileira de autoveículos leves (ciclo Otto)*. São Paulo: UNICA.
- UNICA. (2014). *Histórico e Missão*. Acesso em 18 de Setembro de 2014, disponível em União da Indústria de Cana-de-Açúcar: <http://www.unica.com.br/unica/>
- UNICA. (11 de Janeiro de 2012). *Setor sucroenergético vê pontos positivos em programa do BNDES para renovação de canaviais*. Acesso em 18 de Setembro de 2014, disponível em União da Indústria de Cana-de-Açúcar: <http://www.unica.com.br/noticia/40381136920334743692/setor-sucroenergetico-ve-pontos-positivos-em-programa-do-bndes-para-renovacao-de-canaviais/>
- UNICA. (2014). *Uma solução para o etanol brasileiro*. São Paulo: UNICA.

- Valeriano, D. M. (2013). *PRODES: 25 Anos de Conhecimento sobre o Desmatamento na Amazônia*. São José dos Campos: INPE.
- Veiga, J. R., & Bermann, C. (2001). Repotenciação de usinas hidrelétricas: uma avaliação a partir de três estudos de caso. *Revista Brasileira de Energia*, 9 (1), 1-9.
- Vital, M. H. (2007). Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. *Revista do BNDES*, 14 (28), 235-276.
- Waltzlawick, L. (2002). Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: S. C. al., *As florestas e o carbono* (pp. 153-174). Curitiba.
- World Bank. (2010). *Brazil Low-carbon Country Case Study*. Washington: The World Bank.
- World Bank. (2014). *State and Trends of Carbon Pricing 2014*. Washington DC: World Bank; Ecofys.
- Zhour, A., & Oliveira, R. (2007). Desenvolvimento, Conflitos Sociais e Violência no Brasil Rural: o caso das usinas hidrelétricas. *Ambiente & Sociedade*, 10 (2), pp. 119-135.

8 ANEXOS

Anexo 1 – Etanol de cana de açúcar

O etanol de cana de açúcar no Brasil passou por um processo de intenso crescimento nos anos 2000, com a produção aumentando mais de 100% de 2004 a 2008, mas desde então o crescimento tem sido tímido, de apenas 27% de 2009 a 2013 (Traylen, 2014). De fato, as vendas de etanol combustível (hidratado mais anidro) caíram 16% desde 2009 (Neves & Trombin, 2014).

Uma característica interessante do setor sucroenergético se deve ao fato de a produção de cana de açúcar poder ser utilizada tanto para a produção de açúcar, quanto de etanol. Para as safras 2013/14 e 2014/15 o Mix de produção é de aproximadamente 55% da cana destinada para o etanol e 45% para açúcar (Tabela 9).

Tabela 9 – Mix de produção: Etanol versus Açúcar (Região Centro-Sul)

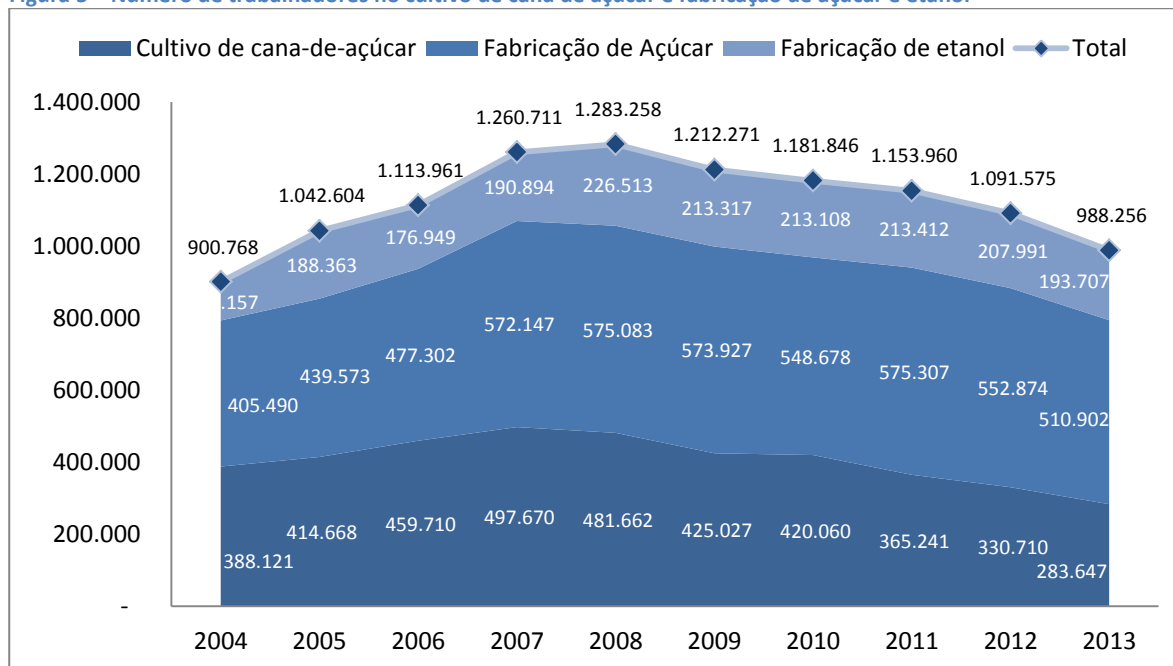
| Produtos | Safra 2013/2014 | Safra 2014/2015 | Variação (%) |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Etanol anidro (milhões de litros) | 11.008 | 11.319 | 2,83% |
| Etanol hidratado (milhões de litros) | 14.568 | 12.685 | -12,92% |
| Etanol total (milhões de litros) | 25.575 | 24.005 | -6,14% |
| MIX DE PRODUÇÃO | | | |
| Açúcar | 45,22% | 44,49% | -1,61% |
| Etanol | 54,78% | 55,51% | 1,33% |

Fonte: (UNICA, 2014).

É importante destacar o fato de que a produção de cana de açúcar e, conseqüentemente, de etanol concentra-se majoritariamente em algumas áreas do país, quais sejam: São Paulo (57% do total); Goiás (10% do total); Minas Gerais (9% do total); e Mato Grosso do Sul (6,3% do total) (Neves & Trombin, 2014).

No que diz respeito aos empregos gerados pelo setor, a tendência é de queda tanto na parcela agrária da produção (cultivo da cana) quanto na fabricação do etanol (Figura 5). Enquanto no campo a mecanização da colheita é um dos fatores contribuindo para tal queda, nas usinas, as dificuldades vividas pelo setor em termos de competitividade frente à gasolina contribuíram para a perda de mais de 30 mil postos de trabalho (UNICA, 2014).

Figura 5 – Número de trabalhadores no cultivo de cana de açúcar e fabricação de açúcar e etanol

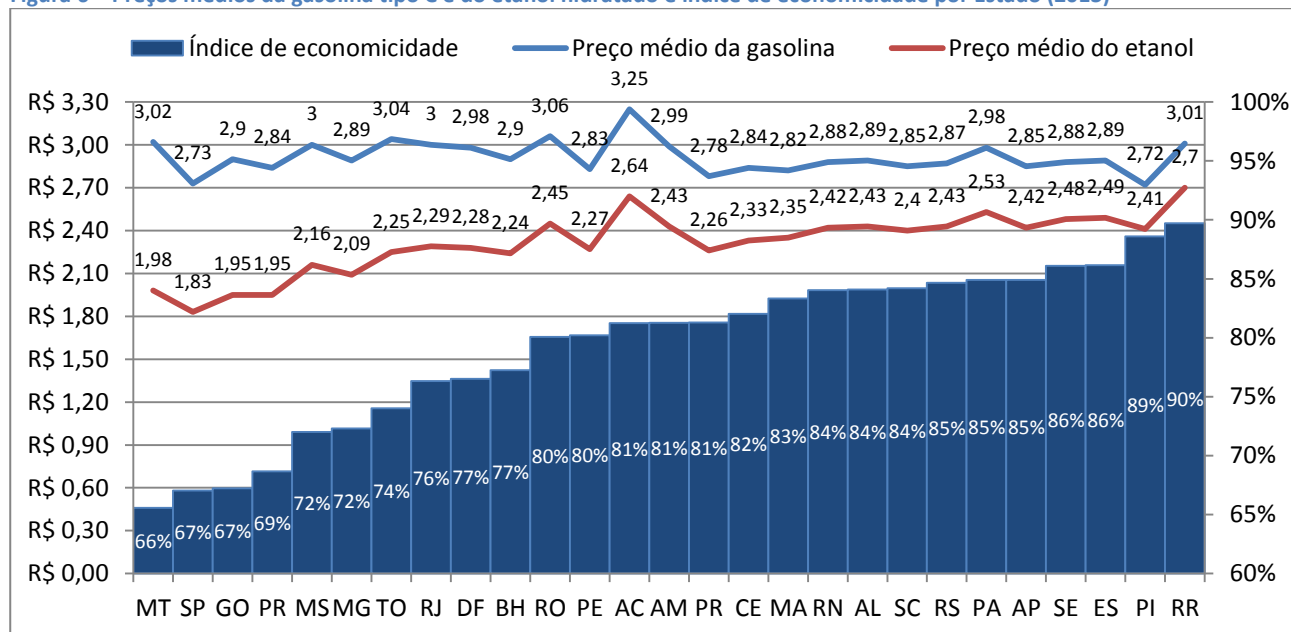


Fonte: (Neves & Trombin, 2014).

O etanol hidratado rende, em média, 30% menos do que a gasolina C, o preço do etanol hidratado só é competitivo quando limitado a 70% do da gasolina (Farina, Rodrigues, & Souza, 2013). Tal índice é chamado de índice de economicidade e reflete bem a importância dada pelos consumidores (especificamente os proprietários de veículos

flex fuel) para os preços quando da escolha de que combustível usar (Farina, Rodrigues, & Souza, 2013). Em 2013 apenas os estados de Mato Grosso, São Paulo, Goiás e Paraná apresentaram valores abaixo dos 70%, ainda assim muito próximos para conferir grande vantagem ao etanol nestes estados (Figura 6).

Figura 6 – Preços médios da gasolina tipo C e do etanol hidratado e índice de economicidade por Estado (2013)



Fonte: (ANP, 2014).

É especialmente útil analisar a competitividade do etanol frente à gasolina dado que a frota de veículos leves flex cresceu de 2,6 milhões em 2006 para mais de 20,7 milhões de unidades em 2013, enquanto os veículos exclusivamente movidos a gasolina caíram em quase 4 milhões de unidades no mesmo período (Tabela 10).

Tabela 10 – Frota brasileira de autoveículos leves (ciclo Otto)

| Ano | Frota total | Flex fuel | Gasolina | Etanol | Elétrico |
|------|-------------|------------|------------|-----------|----------|
| 2006 | 20.177.701 | 2.603.914 | 15.541.077 | 2.032.710 | |
| 2007 | 21.517.698 | 4.586.512 | 15.085.856 | 1.845.330 | |
| 2008 | 23.104.220 | 6.878.189 | 14.555.523 | 1.670.508 | |
| 2009 | 24.967.140 | 9.467.825 | 13.991.052 | 1.508.263 | |
| 2010 | 27.058.723 | 12.244.937 | 13.455.428 | 1.358.358 | |
| 2011 | 29.160.425 | 14.944.734 | 12.995.272 | 1.220.419 | |
| 2012 | 31.410.752 | 17.895.425 | 12.421.215 | 1.093.995 | 117 |
| 2013 | 33.513.236 | 20.772.995 | 11.761.194 | 978.439 | 608 |

Fonte: (UNICA, 2014).

Ainda que o setor sucroenergético enfrente dificuldades no Brasil e tenha apresentado o menor crescimento da produção entre 2007 e 2013 (Tabela 11), o país ainda é o segundo maior produtor mundial de etanol.

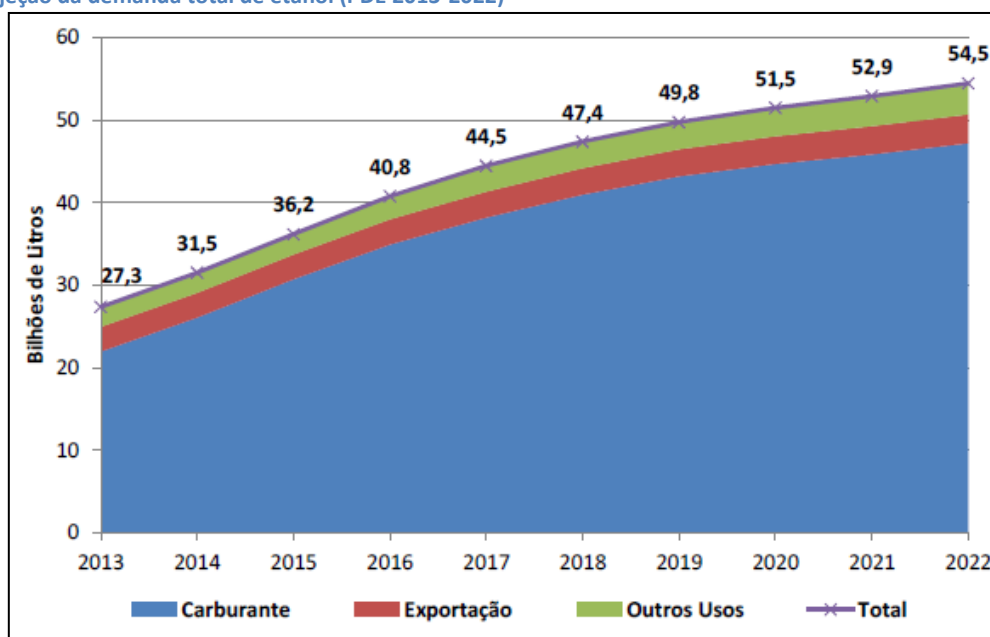
Tabela 11 – Principais produtores de etanol no Mundo (2007-2013)

| País / Continente | Produção (milhões de galões) | | |
|-------------------|------------------------------|-------|-------------|
| | 2013 | 2007 | Varição (%) |
| Estados Unidos | 13.300 | 6.499 | 105% |
| Brasil | 6.267 | 5.019 | 25% |
| Europa | 1.371 | 570 | 140% |
| China | 696 | 486 | 43% |
| Índia | 545 | 53 | 932% |
| Canadá | 523 | 211 | 148% |
| Resto do Mundo | 727 | 258 | 182% |

Fonte: (RFA, 2014).

No que diz respeito às projeções futuras para o setor, o PDE 2013-2022 estima um crescimento de quase 100% da demanda de etanol até 2022, com a maior parcela da produção destinada ao mercado doméstico e para uso como combustível (Figura 7). As exportações de etanol devem crescer somente dos 3,1 bilhões de litros em 2012 para 3,5 bilhões em 2022 (MME/EPE, 2014).

Figura 7 – Projeção da demanda total de etanol (PDE 2013-2022)



Fonte: (MME/EPE, 2014).

No que diz respeito ao incentivo ao desenvolvimento de novas tecnologias pelo setor sucroenergético, BNDES e FINEP destinaram, de 2011 a 2014, R\$ 6,1 bilhão por meio do PAISS e suas diferentes linhas temáticas: i) Linha 1: Bioetanol de 2ª Geração; ii) Linha 2: Novos produtos de cana-de-açúcar; e iii) Linha 3: Gaseificação: Tecnologias, equipamentos, processos e catalisadores (Traylen, 2014) (BNDES, 2014).

Já no que tange ao Programa de Sustentação do Investimento (PSI), os desembolsos do BNDES ao setor atingiram US\$ 3,07 bilhões em 2013; já os financiamentos para estoques de etanol cresceram 67% frente a 2012 e atingiram quase US\$ 1 bilhão no mesmo ano (Neves & Trombin, 2014). O total disponibilizado para a área agrícola, particularmente para a renovação e expansão de canaviais foi de aproximadamente R\$ 4,0 bilhões (MAPA, 2013). Ainda que essas medidas sejam percebidas pelo setor como positivas, podendo aumentar a disponibilidade de matéria-prima, o endividamento das empresas deve fazer com que a renovação dos canaviais ocorra em velocidade menor do que o desejável (UNICA, 2012) (Época, 2012).

Um dos investimentos mais importantes a ser realizado por um grupo de empresas do setor é o Sistema Logístico de Etanol (“Etanolduto”), que será utilizado para o escoamento da produção até os portos de São Sebastião (SP) e Rio de Janeiro (RJ), interligando 45 cidades nos estados Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Figura 8). Um primeiro trecho do Etanolduto foi inaugurado ainda em 2013, com 207 km de extensão (UNICA, 2013). Tais investimentos em logística pelo setor devem superar R\$ 5 bilhões até 2019 (Traylen, 2014).

É, contudo, importante destacar o já elevado nível de endividamento do setor, especialmente após a Safra 2007/08, como um possível obstáculo à realização de mais investimentos e maior expansão do setor no futuro (Figura 9). De fato, 66 unidades produtoras de etanol encontram-se em recuperação judicial e mais de 70 usinas já encerraram as atividades entre 2008 e 2013 (UNICA, 2014). Nesse sentido, a maior organização representativa do setor (UNICA⁸⁶) considera fundamental o estabelecimento de um programa de saneamento de tais dívidas, de forma que ao menos 40% das empresas do setor superem essas dificuldades (UNICA, 2014).

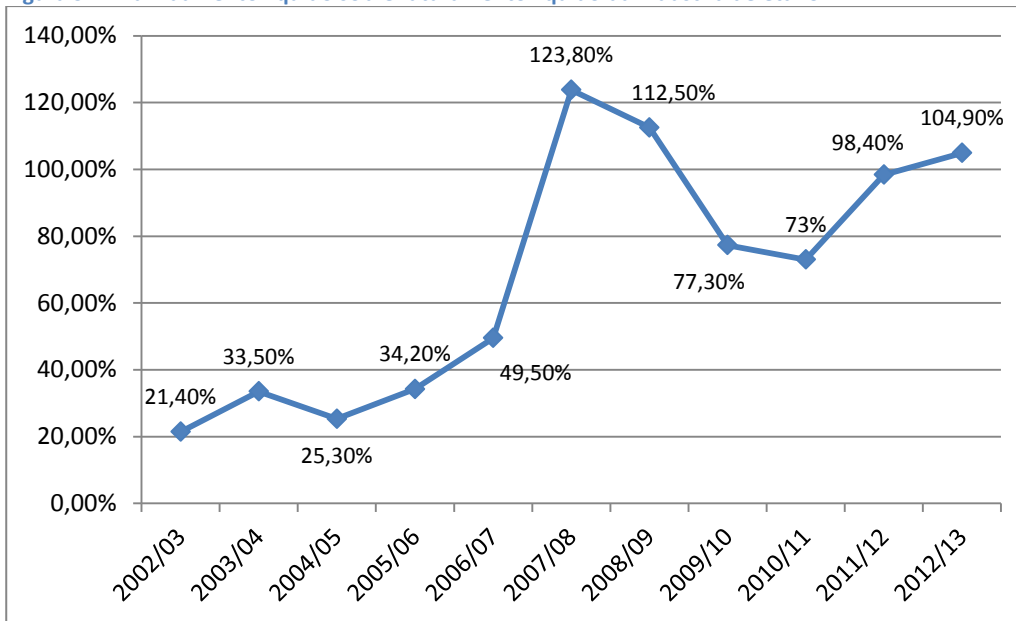
⁸⁶ A União da Indústria de Cana-de-Açúcar possui como associadas mais de 130 companhias, as quais são responsáveis por mais de 50% do etanol e 60% do açúcar produzidos no Brasil (UNICA, 2014).

Figura 8 – Sistema Logístico do Etanol



Fonte: (MME/EPE, 2014).

Figura 9 – Endividamento líquido sobre faturamento líquido da indústria de etanol



Fonte: (UNICA, 2013).

Anexo 2 – Florestas plantadas e reflorestamento comercial

As florestas plantadas representam menos de 1% da área total de florestas no Brasil (Vital, 2007), contudo possuem considerável relevância para a produção de produtos florestais. As principais espécies plantadas no país são dispostas na Tabela 12, com os principais estados em que são encontradas e a área que ocupam.

Tabela 12 – Composição das florestas plantadas no Brasil (2011)

| Espécie | Principais Estados | Área (Ha) | % |
|--------------------------------------|--|------------------|------------|
| Eucalipto (<i>Eucalyptus spp*</i>) | MG, SP, BA, ES, MS, RS, PR, SC, PA e MA | 4.873.952 | 69,57 |
| Pinus spp | PR, SC, RS, SP e MG | 1.641.892 | 23,43 |
| Seringueira (<i>Hevea</i>) | AM | 165.648 | 2,36 |
| Paricá (<i>Schizolobium</i>) | PA e MA | 85.473 | 1,22 |
| Teca (<i>Tectona grandis</i>) | MT, AM, AC | 67.693 | 0,96 |
| <i>Araucaria angustifolia</i> | PR e SC | 11.179 | 0,15 |
| Poppulus spp. | PR e SC | 4.220 | 0,04 |
| Angico <i>Anadenanthera sp</i> | MA, CE, PI, RN, PB, PE, AL, SE, BA, TO, DF, MT, MS, MG, ES, RJ, SP, PR | 146.813 | 2,51 |
| Outros | | 8.256 | 0,06 |
| TOTAL | | 7.005.126 | 100 |

Fonte: (ABRAF, 2012).

No que diz respeito à destinação das florestas nativas e plantadas no país, os principais produtos da extração vegetal e da silvicultura são apresentados na Tabela 13.

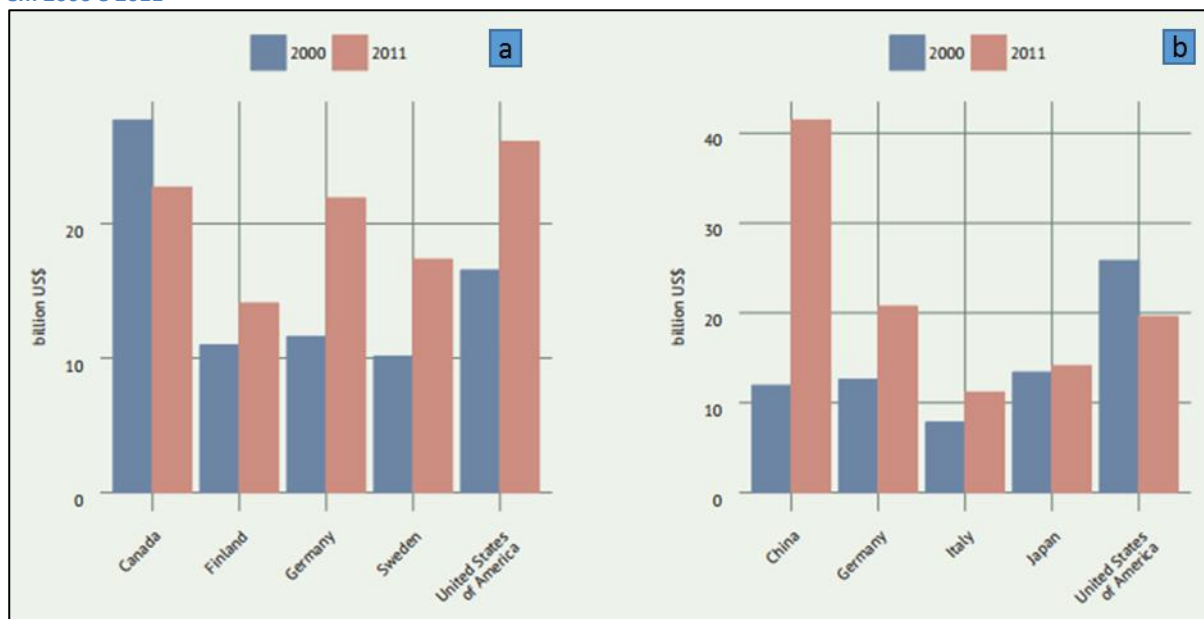
Tabela 13 – Quantidade e valor dos produtos da extração vegetal e da silvicultura, segundo os principais produtos (2011)

| Principais produtos | Quantidade (t) | Valor (1 000 R\$) |
|--|--------------------|-------------------|
| EXTRAÇÃO VEGETAL | | |
| Borrachas | 3.005 | 8.202 |
| Gomas não elásticas | 1 | 3 |
| Ceras | 21.274 | 108.268 |
| Fibras | 65.903 | 128.199 |
| Tanantes | 178 | 138 |
| Oleaginosos | 115.099 | 163.545 |
| Alimentícios | 514.355 | 525.175 |
| Aromáticos, medicinais, tóxicos e corantes | 729 | 2.282 |
| Madeiras | 53.042.110 | 4.030.884 |
| Pinheiro brasileiro | 104.992 | 774 |
| SUBTOTAL | 53.867.646 | 4.967.470 |
| SILVICULTURA | | |
| Madeiras | 181.722.019 | 12.997.445 |
| Outros produtos | 233.994 | 151.871 |
| TOTAL | 289.691.305 | 23.084.256 |

Fonte: (IBGE, 2012).

Ainda assim, o Brasil não figura entre os principais países produtores de produtos florestais, com os Estados Unidos e o Canadá sendo os maiores exportadores, enquanto a China aparece como maior importador (Figura 10).

Figura 10 – Os cinco maiores exportadores de produtos florestais (a) e os cinco maiores importadores de produtos florestais (b) em 2000 e 2011



Fonte: (FAO, 2014).

Levando em consideração aqueles produtos industriais diretamente associados ao setor, é possível também contemplar as indústrias de papel e celulose, siderúrgica (a carvão vegetal) e moveleira como respondendo por parcelas da produção florestal, assim, o valor bruto da produção florestal em 2012 chega a R\$ 56,3 bilhões (Tabela 14).

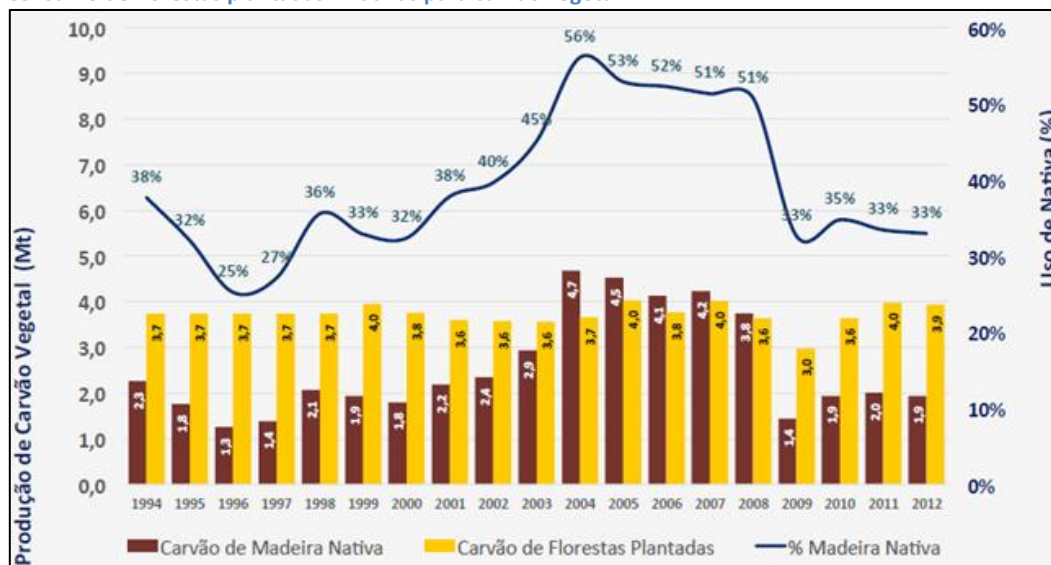
Tabela 14 – Valor bruto da produção florestal, segundo os principais segmentos associados ao setor de florestas plantadas (2011 -2012)

| Segmento | 2011 (R\$ bilhões) | 2011 (%) | 2012 (R\$ bilhões) | 2012 (%) |
|----------------------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
| Celulose e Papel | 30,8 | 57,3 | 30,2 | 53,7 |
| Painéis Madeira Industrializada | 5,3 | 9,9 | 6,5 | 11,6 |
| Siderurgia a Carvão Vegetal | 2,2 | 4,1 | 2,3 | 4,1 |
| Madeira Mecanicamente Processada | 5,2 | 9,6 | 5,8 | 10,3 |
| Móveis | 10,3 | 19,1 | 11,4 | 20,3 |
| TOTAL | 53,8 | 100,0 | 56,3 | 100,0 |

Fonte: (ABRAF, 2013).

No que diz respeito à extração e produção de carvão vegetal para a indústria siderúrgica, é interessante destacar que a participação de madeira de matas nativas foi de 33% em 2012, valor consideravelmente abaixo do pico de 56% registrado em 2004, mas acima da menor participação já registrada recentemente, de 25% em 1996, conforme apresentado na Figura 11. É também válido notar que o consumo de florestas plantadas pela siderurgia mantém-se quase inalterado desde 1994, ao passo que a utilização de carvão de origem nativa oscila ao longo dos anos.

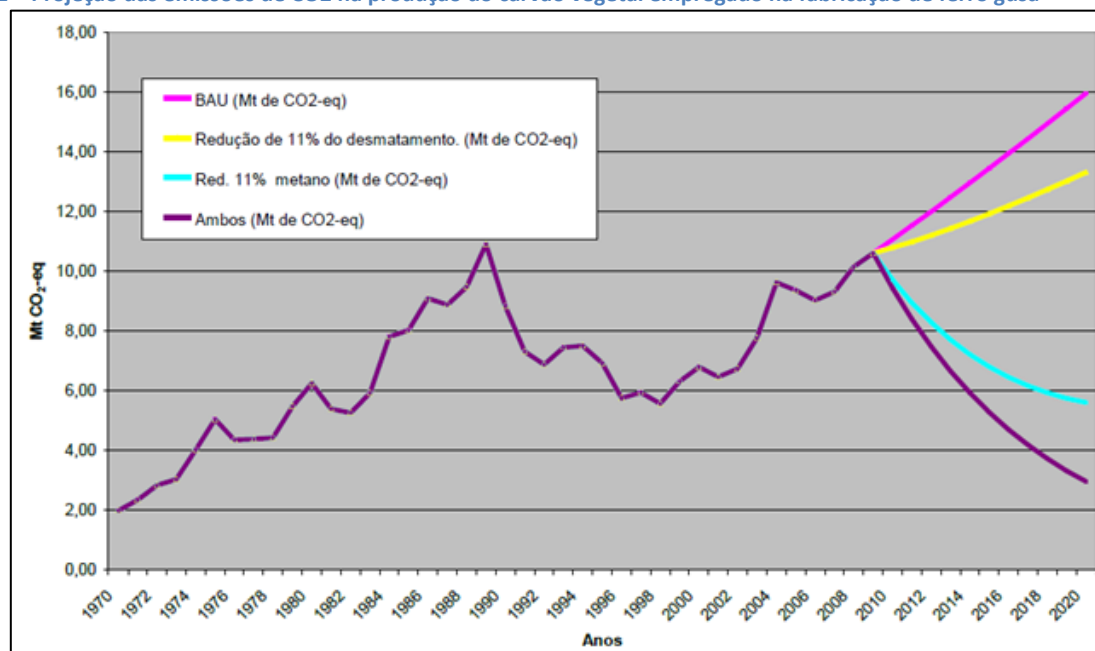
Figura 11 – Consumo de florestas plantadas x nativas para carvão vegetal



Fonte: (Raad & Melo, 2014).

Ainda com relação ao impacto da indústria siderúrgica no setor florestal, a expansão de florestas plantadas para alimentar as necessidades energéticas na fabricação de ferro gusa é contemplada pelo Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia, no âmbito da PNMC, que prevê os seguintes cenários para as emissões do setor: i) *Business as Usual* (BAU) – sem intervenções nas práticas atuais; *cenário de intervenção 1* – contempla a substituição de madeira de floresta nativa por plantada (2 Mha até 2020); *cenário de intervenção 2* – contempla ações para controle das emissões de metano no processo de carbonização; e *cenário de intervenção 3* – contempla as ações dos cenários 1 e 2, simultaneamente (MDIC, 2011). Os resultados destes cenários estão apresentados na Figura 12.

Figura 12 – Projeção das emissões de CO₂ na produção do carvão vegetal empregado na fabricação de ferro gusa



Fonte: (MDIC, 2011).

Observando, novamente, o setor como um todo, é possível elencar as principais linhas de financiamento existentes para atividades de comercialização, implantação e manejo de florestas, bem como para a aquisição de bens de capital por empresas do setor florestal no âmbito do BNDES (Figura 13). Tais linhas foram fontes de R\$ 533 milhões em desembolsos para o setor em 2012, um crescimento de 17,1% com relação aos desembolsos de 2011 (R\$ 455 milhões) (ABRAF, 2013).

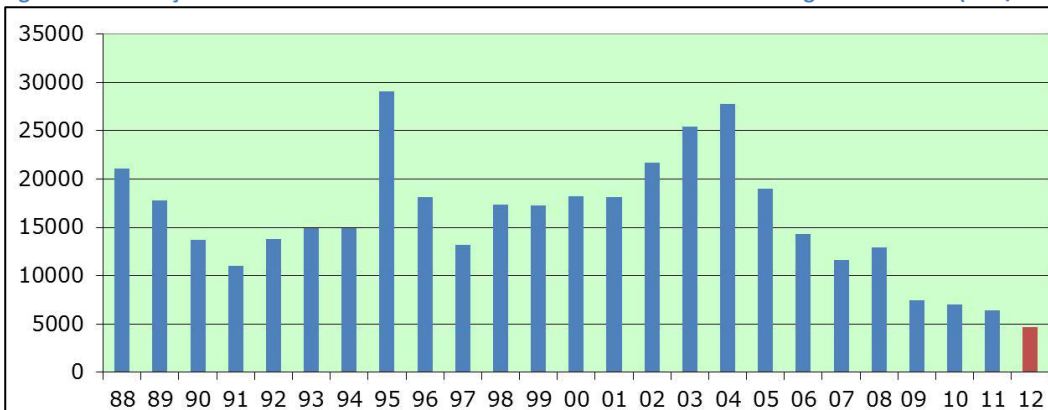
Figura 13 – Programas e linhas de financiamento oferecidos pelo BNDES (2012-2013)



Fonte: (ABRAF, 2013).

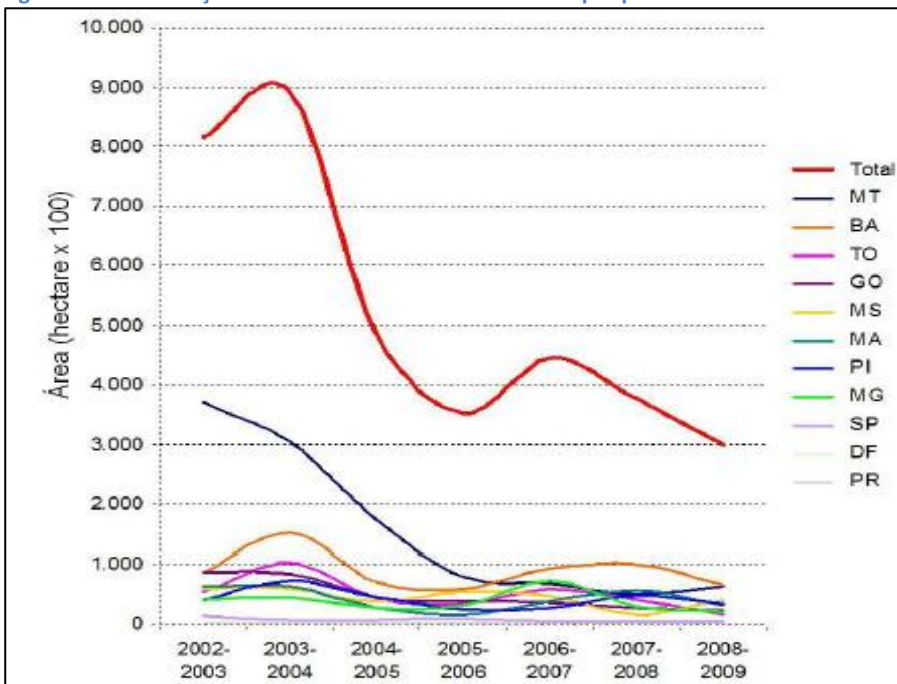
No que diz respeito à relação do setor com a PNMC e, mais especificamente, com desmatamento, é possível destacar a queda deste fenômeno em anos recentes nos biomas abordados nos Planos setoriais de monitoramento do desmatamento – PPCDAm e PPCerrado – (Biomas Amazônia e Cerrado).

Figura 14 – Evolução da taxa de desmatamento na Amazônia entre 1988-2012 segundo PRODES (Km²/ano)



Fonte: (Valeriano, 2013).

Figura 15 – Distribuição da área total dos desmatamentos por período interanual no Bioma Cerrado (2002-2009)



Fonte: (Rocha, Ferreira, Ferreira, & Ferreira, 2011).

É, contudo, importante ressaltar que o ano de 2013 apresentou um aumento de 28% no desmatamento no bioma amazônico, com possíveis fatores motivadores de tal crescimento sendo “a especulação fundiária e o efeito das obras de infraestrutura sem as devidas salvaguardas socioambientais” (Ipam; ISA; Imazon, 2014).

Quadro 2 – Exploração comercial de APP e ARL

Um dos grandes aliados na recuperação das Áreas de Proteção Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal (ARL) é o Cadastro Ambiental Rural (CAR)⁸⁷ no âmbito do Código Florestal (CF). O cadastramento é obrigatório e tem como principal objetivo integrar as informações ambientais das 5,2 milhões de propriedades rurais brasileiras, promovendo a sua regularização ambiental. O CAR é o primeiro passo para a adesão aos Programas de Regularização Ambiental (PRA)⁸⁸, a serem coordenados pelo governo federal e os estados⁸⁹ (Martins, DIRETRIZES PARA UMA ECONOMIA VERDE NO BRASIL II - AGRONEGÓCIO E AGRICULTURA FAMILIAR, 2013). Podem participar do PRA àqueles produtores que tiverem interesse em regularizar suas áreas consolidadas, se adequando aos novos padrões e limites das APP, ARL e áreas de uso restrito⁹⁰, desde que tenha feito a inscrição no CAR (Stephanes, 2012).

Diante disso, o CF admite a exploração econômica da ARL⁹¹ mediante manejo sustentável, previamente aprovado pelo órgão competente do Sisnama⁹². Nesse contexto, o Art. 21 do CF prevê a livre coleta de produtos florestais não madeireiros, tais como frutos, cipós, folhas e sementes para exploração comercial e não comercial. Além disso, o CF também institui no seu Art. 31 a “exploração de florestas nativas e formações sucessoras, de domínio público ou privado, de acordo com o licenciamento pelo órgão competente do Sisnama, mediante aprovação prévia de um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) que contemple técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme”, respeitando alguns requisitos técnicos e científicos.

⁸⁷ Decreto nº 7.830 de 17/10/2012 e Instrução Normativa nº 2 de 5/5/2014.

⁸⁸ Decreto nº 8.235, de 5/5/2014

⁸⁹ Uma das metas do CAR é a recuperação da ARL em até 20 anos após o cadastramento da propriedade no sistema. Em conjunto, com o enquadramento do estabelecimento rural no CAR, as APPs também serão recuperadas nesse horizonte de 20 anos no país (Martins, 2013).

⁹⁰ A regularização é para o produtor que estiver utilizando áreas que deveriam ser preservadas (APP e ARL) e que foram abertas antes de 22 de julho de 2008. Àqueles que descumprirem os termos do PRA não serão concedidas licenças para novas supressões, lembrando que o termo é um título extrajudicial (Stephanes, 2012).

⁹¹ “A RL deve ser conservada com cobertura de vegetação nativa pelo proprietário do imóvel rural, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado” (Art. 17 da Lei nº 12651 de maio de 2012).

⁹² “Para fins de manejo de Reserva Legal na pequena propriedade ou posse rural familiar, os órgãos integrantes do Sisnama deverão estabelecer procedimentos simplificados de elaboração, análise e aprovação de tais planos de manejo” (Art. 17, inciso 2 da Lei nº 12651 de maio de 2012).

Anexo 3 – Energia Limpa e renovável

Os cálculos desenvolvidos em relação à contribuição ao PIB e à geração de empregos por parte das fontes de energia renováveis levaram em consideração o incremento anual da capacidade instalada e os investimentos realizados no período de um ano. Portanto, as análises limitam-se às fontes que já possuem participação na matriz energética brasileira. Dados de incremento da capacidade instalada são provenientes de (MME/EPE, 2014); custos de instalação de (ABRAPCH, 2014), (CERNE, 2014) e (Lopes O. A., 2013); e geração de empregos conforme Tabela 15.

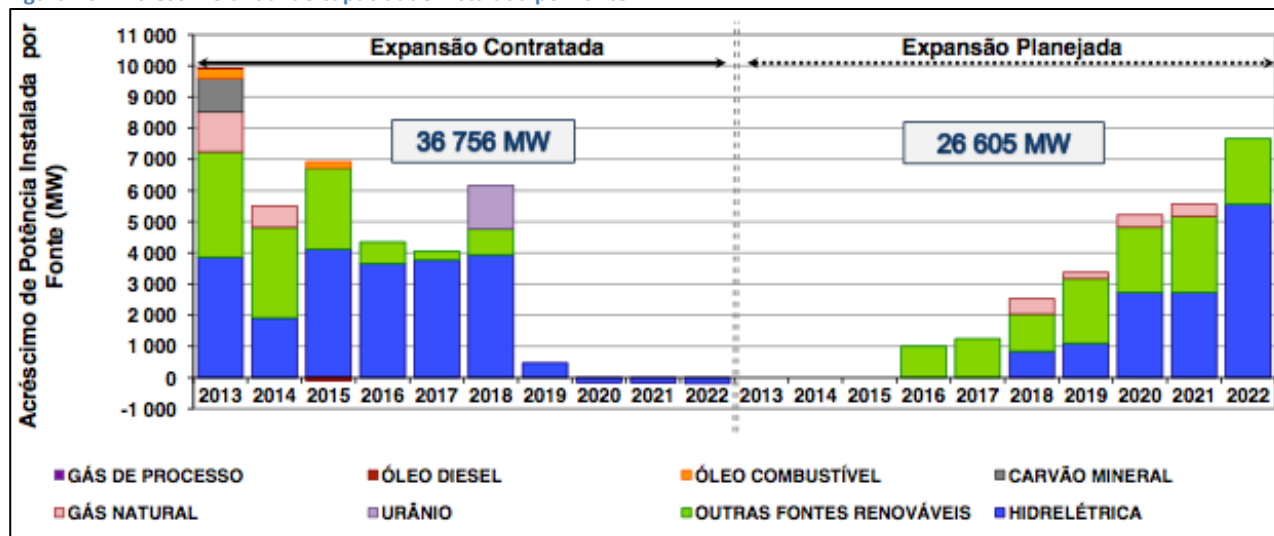
Tabela 15 – Geração de empregos por ano/MW instalado, por fonte

| Fonte | Tempo de construção (anos) | Geração de empregos / ano / MW | |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------|
| | | Construção / Instalação | Fabricação |
| Carvão | 5 | 14,2 | 6,4 |
| Gás Natural | 2 | 3,1 | 1,8 |
| Nuclear | 10 | 19,6 | 1,3 |
| Biomassa | 2 | 14,0 | 2,9 |
| Hidrelétricas | 4 | 6,0 | 1,5 |
| PCHs | 2 | 31,1 | 5,5 |
| Eólicas onshore | 2 | 7,7 | 3,3 |
| Eólicas offshore | 4 | 7,1 | 10,7 |
| Solar Fotovoltaica | 1 | 20,1 | 12,7 |
| Geotérmica | 2 | 6,8 | 3,9 |
| Energia Solar Concentrada | 2 | 16,4 | 7,4 |
| Oceânica | 2 | 16,6 | 1,8 |

Fonte: (Greenpeace, 2013).

No que diz respeito aos cenários de evolução da capacidade instalada, é possível levar em consideração as projeções da EPE (Figura 16) ou ainda cenários mais ambiciosos, conforme os estimados pelo Greenpeace (Tabela 16).

Figura 16 – Acréscimo anual de capacidade instalada por fonte



Fonte: MME/EPE (2014b).

Tabela 16 – Acréscimo de capacidade instalada por fonte (GW): Referência x Greenpeace (Revolução Energética)

| Fonte | Cenário | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|---------------------------------|------------|------|------|------|------|
| Hidroelétrica | Referência | 27,0 | 22,0 | 15,0 | 10,0 |
| | Greenpeace | 13,0 | 6,0 | 6,0 | 2,0 |
| Biomassa | Referência | 5,9 | 4,6 | 4,0 | 5,0 |
| | Greenpeace | 9,0 | 7,0 | 5,0 | 3,0 |
| Eólica | Referência | 14,1 | 9,0 | 11,0 | 9,0 |
| | Greenpeace | 15,1 | 27,0 | 35,0 | 32,0 |
| Solar fotovoltaica (PV) | Referência | 0,4 | 0,7 | 1,9 | 5,0 |
| | Greenpeace | 2,8 | 21,2 | 44,0 | 32,0 |
| Energia solar concentrada (CSP) | Referência | 0,0 | 0,9 | 1,4 | 0,7 |
| | Greenpeace | 0,0 | 4,5 | 19,5 | 15,0 |
| Oceânica | Referência | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,6 |
| | Greenpeace | 0,0 | 0,4 | 1,5 | 2,3 |

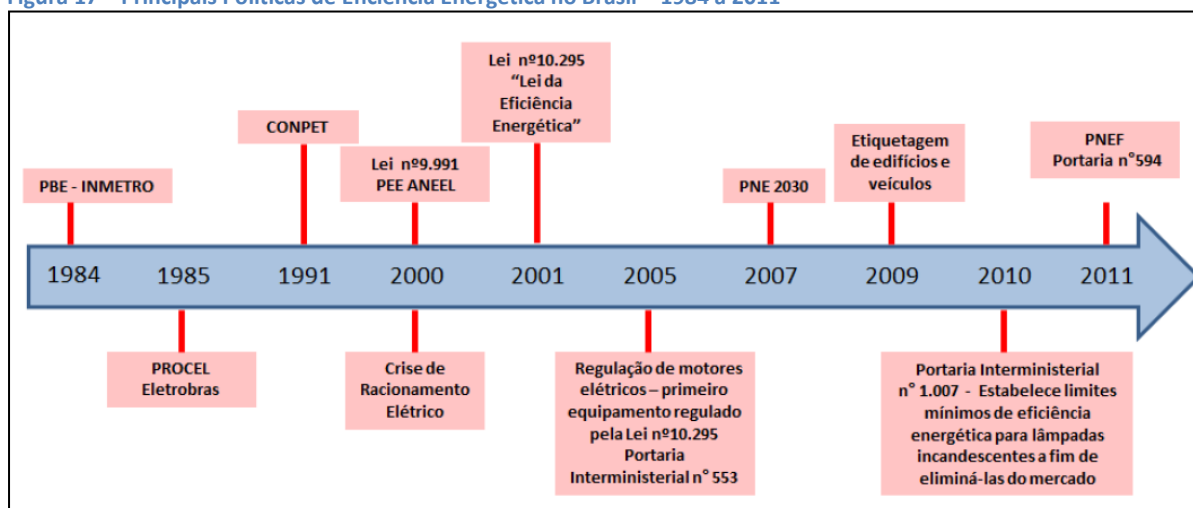
| Fonte | Cenário | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|-------|------------|------|------|-------|------|
| Total | Referência | 48,0 | 37,0 | 34,0 | 29,0 |
| | Greenpeace | 40,0 | 65,0 | 112,0 | 87,0 |

Fonte: (Greenpeace, 2013).

Ainda outras estimativas com relação ao potencial de crescimento das principais fontes energéticas são oferecidas Schaeffer (2010), com uma expansão acumulada de 15 GW de oferta de energia eólica até 2030 e um aumento da capacidade instalada de 25 GW a partir da cogeração de biomassa no mesmo período (Schaeffer, 2010).

No que tange à promoção de Eficiência Energética (EE) no país, algumas políticas têm abordado o tema, apesar do menor destaque que o mesmo recebe no planejamento energético do país. A linha do tempo abaixo (Figura 17) elenca os principais marcos políticos para EE.

Figura 17 – Principais Políticas de Eficiência Energética no Brasil – 1984 a 2011



Fonte: (EPE, 2014).

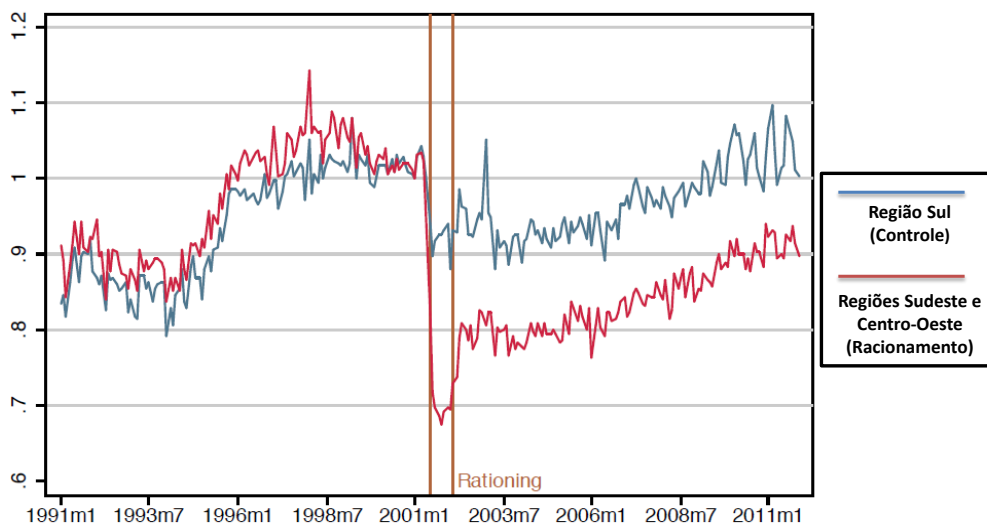
Dentre as políticas listadas, cabem destacar, além do Procel, O PEE⁹³ que contribuiu para a realização de investimentos de mais de R\$ 3 bilhões, resultando em economia de 3.930 GWh no ano de 2012⁹⁴. As demais políticas, inclusive a "Lei da Eficiência Energética" estabelecem níveis máximos de consumo de energia ou padrões mínimos de EE para máquinas e aparelhos (EPE, 2014).

Também é interessante notar o efeito do Racionamento Elétrico sobre o padrão de consumo energético das famílias, com impactos devido à adoção de práticas mais eficientes persistindo até os dias de hoje. A Figura 18 compara o consumo em regiões do país que passaram pelo racionamento (SE e CO) contra uma que não passou (S) e evidencia o "choque permanente" na queda de consumo para os domicílios do SE e CO.

⁹³ Programa de Eficiência Energética das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica (PEE).

⁹⁴ Tal investimento decorre da Lei nº9.991, que estabeleceu para as distribuidoras de energia o requerimento de investimentos em Programas de Eficiência Energética (PEE) de no mínimo 0,5% da receita operacional líquida destas.

Figura 18 – Consumo médio de eletricidade por domicílio entre 1991 e 2011 (em relação aos níveis de Janeiro/2001).



Fonte: (Costa, 2013).

Já observando o Sistema de “Bandeiras tarifárias”, que entrará em operação em 2015, com o objetivo de incentivar a racionalização do consumo de eletricidade no país, é possível notar quais impactos ele terá sobre os gastos dos diferentes agentes da economia com energia. O sistema que deve ajustar mensalmente o preço em função das condições de geração de eletricidade, dentre três faixas, conforme exemplificado a seguir:

- Bandeira verde: CMO+ESS_SE⁹⁵ inferior a 100,00 R\$/MWh. Nesse caso, a tarifa-base não sofrerá acréscimo.
- Bandeira amarela: CMO+ESS_SE entre 100,00 R\$/MWh e 200,00 R\$/MWh. A tarifa-base sofrerá acréscimo de 15,00 R\$/MWh em relação à bandeira verde.
- Bandeira vermelha: CMO+ESS_SE superior ou igual a 200,00 R\$/MWh. A tarifa-base sofrerá acréscimo de 30,00 R\$/MWh em relação à bandeira verde.

Caso o sistema já estivesse em vigor em 2012, a tarifa média anual nas regiões Sudeste e Centro-Oeste poderia ter sido de 3% a 7% maior ao efetivamente aplicado no período⁹⁶, de acordo com o nível de chuvas, podendo elevar a conta de energia, por exemplo, para o setor industrial em cerca de R\$ 1,9 bilhão no mesmo ano (FIRJAM, 2013). Contudo, caso cenários semelhantes sejam observados a partir de 2015, o aumento das tarifas pode tornar mais competitiva a adoção de medidas de eficiência energética ou a geração descentralizada de energia, principalmente com a energia solar fotovoltaica, contribuindo, assim, para a revisão dos padrões de consumo por parte dos consumidores (Costellini & Hollanda, 2014).

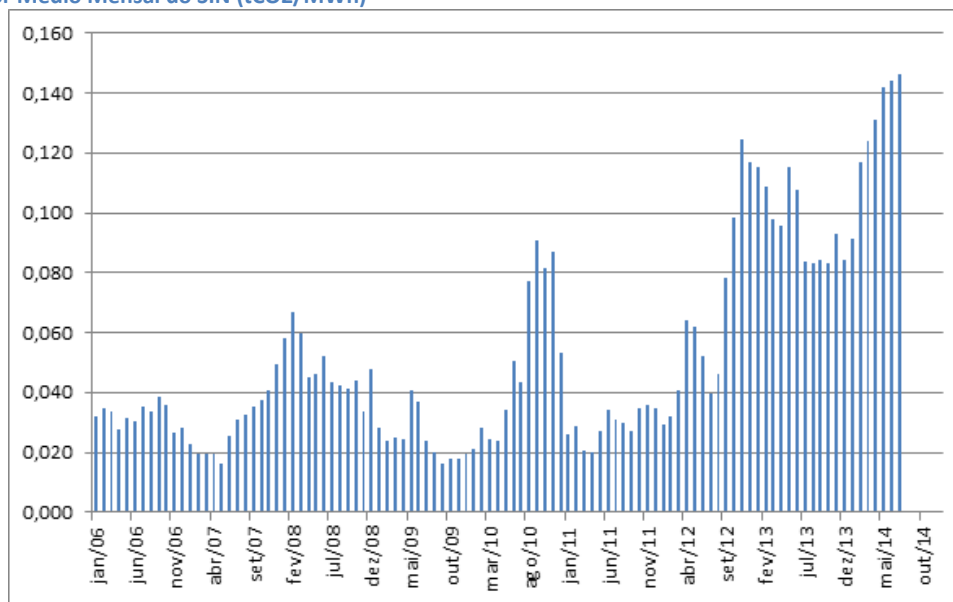
Por fim, é importante destacar as mudanças pelas quais o setor de geração e distribuição de energia vem passando desde a promulgação da MP 579/2012, posteriormente Lei nº 12.783/2013, que visava reduzir o custo da eletricidade para os consumidores, por meio, principalmente, da antecipação da renovação das concessões de geração e transmissão (BRASIL, 2013).

As condições propostas pelo governo para tais renovações foram questionadas por algumas empresas do setor e somente 60% destas aceitaram as renegociações (Costellini & Hollanda, 2014). Tal fato, associado a um cenário hidrológico desfavorável, contribuiu para o aumento da participação de usinas termelétricas na oferta de energia, as quais possuem preços mais altos (limitando a redução de tarifas ao consumidor final) e elevam as emissões de GEE pelo setor, conforme observado pelo crescimento do fator de emissão (de GEE) do Sistema Interligado Nacional (SIN) (Figura 19).

⁹⁵ Custo Marginal de Operação (CMO) é o custo da unidade de energia produzida para atender a um acréscimo de demanda de carga no sistema; o Encargo de Serviço de Sistema por Segurança Energética (ESS_SE) é oriundo de realizar geração fora da ordem de mérito de custo para garantir o suprimento energético (FIRJAM, 2013).

⁹⁶ Antes da incidência de ICMS, PIS e COFINS.

Figura 19 – Fator Médio Mensal do SIN (tCO₂/MWh)

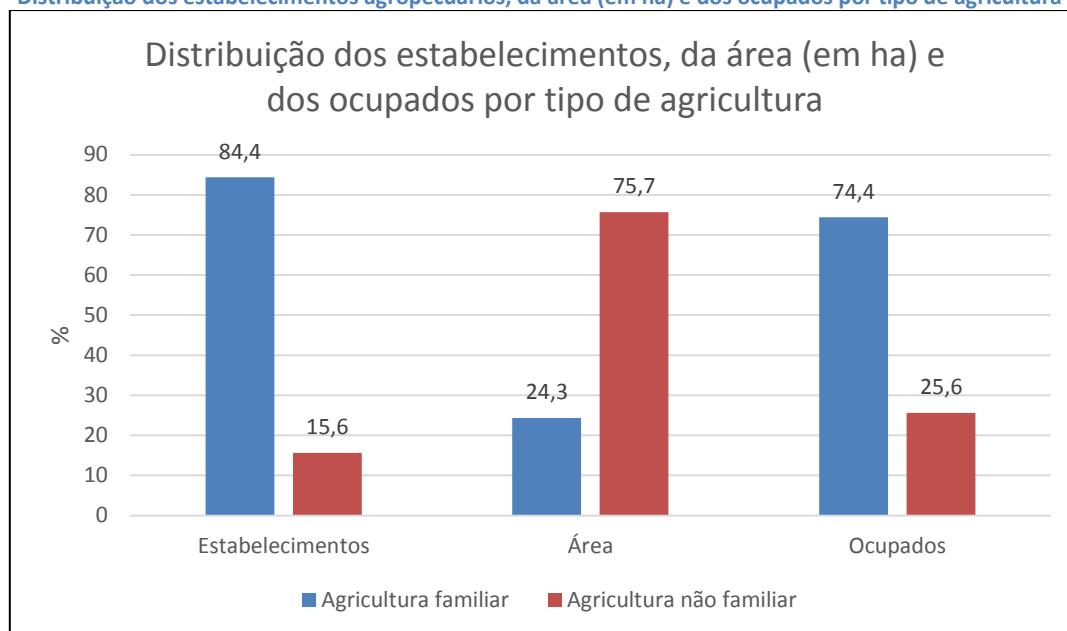


Fonte: (MCTI, 2014).

Anexo 4 – Agricultura de baixo carbono

O setor agropecuário brasileiro é um setor fundamental para a economia brasileira, conforme mencionado anteriormente, empregando mais de 15% da PEA em mais de 5 milhões de estabelecimentos. É interessante notar a participação da agricultura familiar nesse cenário, com cerca de 85% dos estabelecimentos e 75% das pessoas ocupadas no setor (Figura 20).

Figura 20 – Distribuição dos estabelecimentos agropecuários, da área (em ha) e dos ocupados por tipo de agricultura (%)



Fonte: (IBGE, 2006).

No que diz respeito aos recursos disponíveis para a promoção de uma agricultura de baixa emissão de carbono, a captação de recursos pelo Programa ABC revela-se mais burocrática – atrelada à aprovação de projeto técnico sistêmico⁹⁷ – em comparação a outras linhas de investimento (orientadas apenas por itens financeiros e com taxas de juros semelhantes àsquelas praticadas pelo ABC). As linhas de crédito disponíveis para o setor estão dispostas na Tabela 17.

Tabela 17 – Volume de recursos e do limite de crédito para programas de investimento na safra 2013/2014

| Programa/Fontes | Recursos Programados (R\$ milhões) BNDES/BB | | Limite crédito/ beneficiário (R\$ mil) | Prazo máximo (anos) | Carência (anos) | Taxa de Juros (% a.a.) |
|------------------------------------|---|---------|--|---------------------|-----------------|------------------------|
| | 2012/13 | 2013/14 | | | | |
| ABC | 3.400 | 4.500 | 1.000 | 15 | 6 | 5,0 |
| Moderagro | 950 | 550 | 800 | 10 | 3 | 5,5 |
| Moderinfra | 500 | 500 | | | | - |
| Agricultura Irrigada | - | 400 | 1.300 | 12 | 3 | 3,5 |
| Modernização e reforma de armazéns | - | 150 | 1.300 | 12 | 3 | 5,5 |
| Prodecoop | 2.000 | 350 | 100.000 | 12 | 3 | 5,5 |
| Procap-Agro | | | | | | - |
| Capital de giro | 2.400 | 2.550 | 50.000 | 2 | 0,5 | 6,5 |
| Integralização de Quotas Partes | 600 | 690 | 50.000 | 6 | 2 | 5,5 |
| PCA | - | 3.500 | Não tem | 15 | 3 | 3,5 |
| Moderfrota | 150 | 160 | | 4 | 2 | 5,5 e 4,5 |
| PSI Rural | 6.000 | 6.000 | | 10 | 3 | 5,5 |
| PSI Cerealista | | 1.000 | Não tem | 15 | 3 | 3,5 |
| Pronamp | 4.000 | 5.160 | 350 | 12 | 2 | 4,5 |

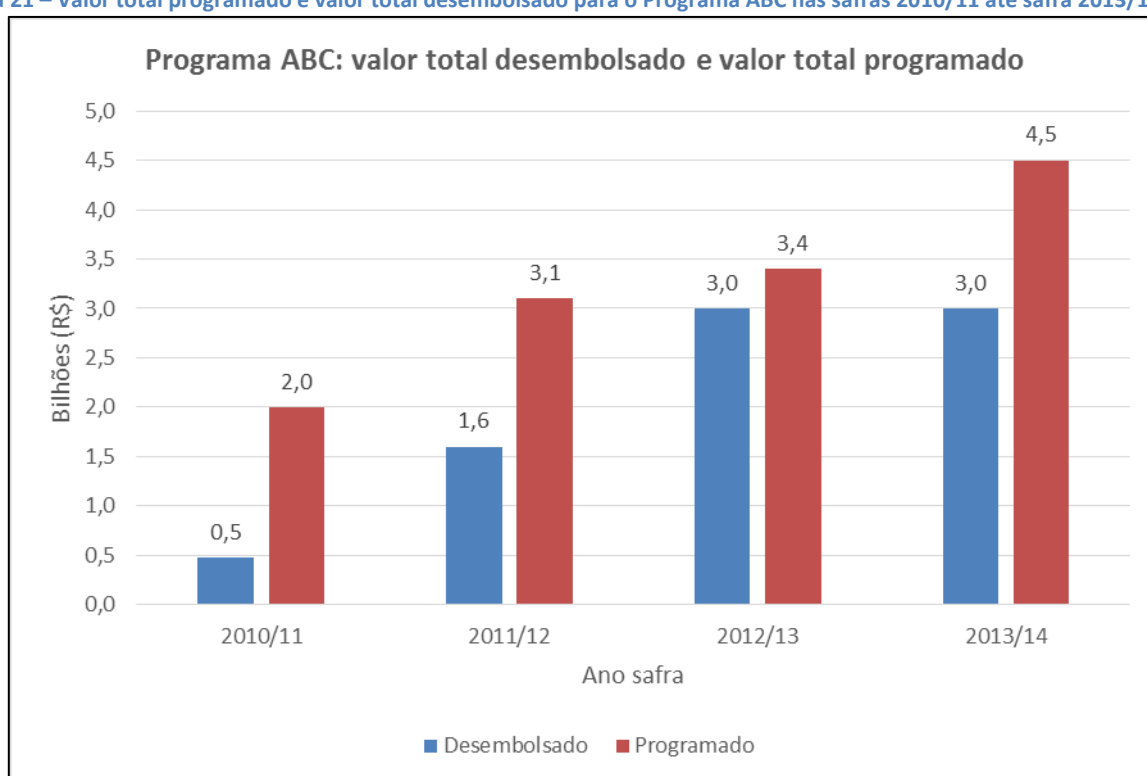
⁹⁷ Por exemplo, o Programa ABC exige do produtor a apresentação de projeto georreferenciado da propriedade e análises de solo (Observatório ABC, 2013).

| Programa/Fontes | Recursos Programados (R\$ milhões) BNDES/BB | Limite crédito/ beneficiário | Prazo máximo | Carência (anos) | Taxa de Juros (%) |
|--|--|---------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| Inovagro | 1.000 | 1.000 | 10 | 3 | 3,5 |
| ProRenova Rural e Industrial (sucro-álcool) | 2.400 | 4.000 | Não tem | 6 | 1,5 |
| Subtotal | 22.400 | 30.010 | | | |
| Fundos Constitucionais | 2.900 | 2.876 | | | 3,5 |
| Recursos Obrigatórios (MCR 6-2) | 500 | 5.000 | 350 | 12 | 3 |
| Outros | 500 | 500 | | | 5,5 |
| Total | 26.300 | 38.436 | | | |

Fonte: (MAPA, 2014).

Tal cenário, associado a falta de conhecimento por parte de produtores rurais e agentes financeiros, faz com que o valor desembolsado no âmbito do Programa ABC seja consideravelmente inferior ao valor programado disponível, conforme apresentado na Figura 21.

Figura 21 – Valor total programado e valor total desembolsado para o Programa ABC nas safras 2010/11 até safra 2013/14



Fonte: (Observatório ABC, 2014).

Ainda assim, o Programa é uma dentre outras ações previstas para viabilizar o atingimento dos objetivos do Plano ABC. Demais ações são apresentadas na Tabela 18.

Tabela 18 – Resumo das ações de mitigação às mudanças climáticas previstas no Plano ABC para serem executadas até 2020

| Ações | Produto/Indicador | Metas |
|---|--|-----------|
| 1. Campanha publicitária | Kits de Divulgação distribuídos | 1.135.000 |
| | Campanha Publicitária realizada | 15 |
| 2. Capacitação e transferência de tecnologia (TT) | Técnicos Capacitados | 19.440 |
| | Produtores Rurais Capacitados | 935.000 |
| | Material Didático Distribuído | 954.950 |
| | Eventos de TT | 3.750 |
| | Estratégia adotada de TT para FBN | 3 |
| | URTs implantadas | 175 |
| | URTs mantidas por ano (somente iLPF) | 250 |
| 3. Mapeamento de áreas | Mapeamento de áreas com Pastagens Degradadas | 27 |

| Ações | Produto/Indicador | Metas |
|--------------------------------|---|------------|
| prioritárias | Zoneamento de Pastagens na Amazônia Legal | 10 |
| | Mapeamento de áreas com potencial para implantação de ILPF | 27 |
| | Mapeamento de áreas com potencial para implantação de SAFs | 27 |
| | Mapeamento de áreas estratégicas para implantação de SPD | 27 |
| | Mapeamento de áreas com potencial para implantação de Florestas Plantadas | 27 |
| 4. Disponibilização de insumos | Disponibilização de insumos básicos (calcário e sementes) – agricultores familiares e assentados da reforma agrária atendidos | 248.086 |
| | Viveiros com laboratórios para distribuição de 1 milhão de mudas florestais por ano e por viveiro em 60 Territórios da Cidadania | 60 |
| | Distribuição de inoculantes para FBN – agricultores familiares e assentados da reforma agrária atendidos | 33.000 |
| 5. Agentes financeiros | Área (em hectares) financiada pela Linha ABC | 30.000.000 |
| | Área (em hectares) financiada pelo Pronaf | 4.970.000 |
| 6. Pesquisa | Projetos de Pesquisa concluídos | 120 |
| | Banco de Dados criado | 2 |
| | Indicadores de Qualidade estabelecidos para SPD | 3 |
| | Tecnologias alternativas desenvolvidas para uso de herbicidas, máquinas e implementos de SPD | 1 |
| 7. Incentivos | Proposta para planos de desoneração fiscal e outros incentivos elaborados para indústrias que tenham relação com setor de biogás e geração de fertilizantes orgânicos | 7 |

Fonte: (MAPA, 2012).

Também cabe mencionar a importância que medidas de adaptação às mudanças climáticas têm e terão para o setor agropecuário no Brasil. As medidas adaptativas, já em curso no país, são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Medidas adaptativas em curso e outras previstas em políticas públicas no País para o setor Agropecuário

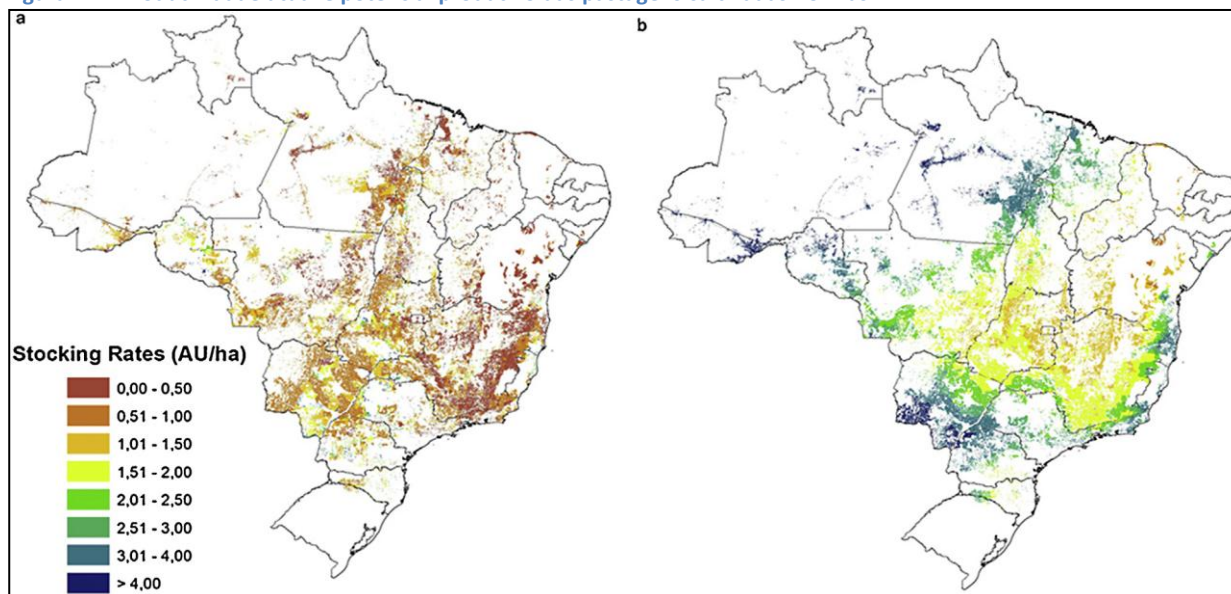
- **Sistemas produtivos mais adaptados ao Semiárido**⁹⁸ como Pecuária de caprinos e ovinos; apicultura; sistemas irrigados; plantio de oleaginosas para produção de biodiesel; ILPF.
- **Plano ABC - Adaptação às Mudanças Climáticas:** somando-se aos compromissos de mitigação, o Plano tem ainda por objetivo incentivar, motivar e apoiar o setor agropecuário na implementação de ações de promoção da adaptação, onde for necessário, e segundo os mapeamentos de áreas sensíveis, incrementando a resiliência dos agroecossistemas, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias, em especial daquelas com comprovado potencial de redução de GEE e de adaptação aos impactos da mudança do clima incentivadas no Plano ABC.
- **Zoneamento Agrícola de Risco Climático:** por meio do uso do calendário agrícola do Zoneamento o produtor tem as informações sobre “o que plantar, em qual período plantar e onde plantar”. Essas informações são disponibilizadas em cada ano-safra, por município e cultura. A adaptação do calendário agrícola às condições climáticas permite diminuir os riscos de perda no campo;
- **Adapta Sertão:** é uma rede no Semiárido que articula municípios, instituições públicas, privadas e do terceiro setor com vistas a integrar recursos técnicos, científicos e humanos para ajudar o pequeno e médio agricultor a se adaptar à mudança climática. A metodologia de atuação da rede é baseada na implementação de tecnologia social baseada em tecnologias adequadas, micro-financiamentos, capacitação técnica e administrativa e acesso ao mercado. A visão da rede Adapta Sertão é disseminar um modelo de adaptação à mudança climática na região do Semiárido baseado no desenvolvimento da agricultura de pequena escala contribuindo para a segurança alimentar, a redução da pobreza e a sustentabilidade da caatinga;
- **UMIP Gen Clima:** a Unidade Mista de Pesquisa (UMIP) GenClima é uma iniciativa conjunta da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e da EMBRAPA para unir suas expertises em Biotecnologia para desenvolver tecnologia genética na área de genômica aplicada a agricultura, visando o desenvolvimento de plantas melhor adaptadas às condições de estresse impostas pelas mudanças climáticas.

Fonte: (FGV/GVces, 2013).

Por fim, a intensificação da pecuária, além do aumento da produtividade, pode liberar áreas para a agricultura, evitando assim novos desmatamentos, como pode ser verificado na Figura 22.

⁹⁸ Avaliações dos impactos das mudanças climáticas sobre a estabilidade dos biomas brasileiros indicam que o bioma Caatinga está entre os mais vulneráveis, o que coloca a Região Nordeste do Brasil em estado especial de alerta (PBMC, 2013).

Figura 22 – Produtividade atual e potencial produtivo das pastagens cultivadas no Brasil

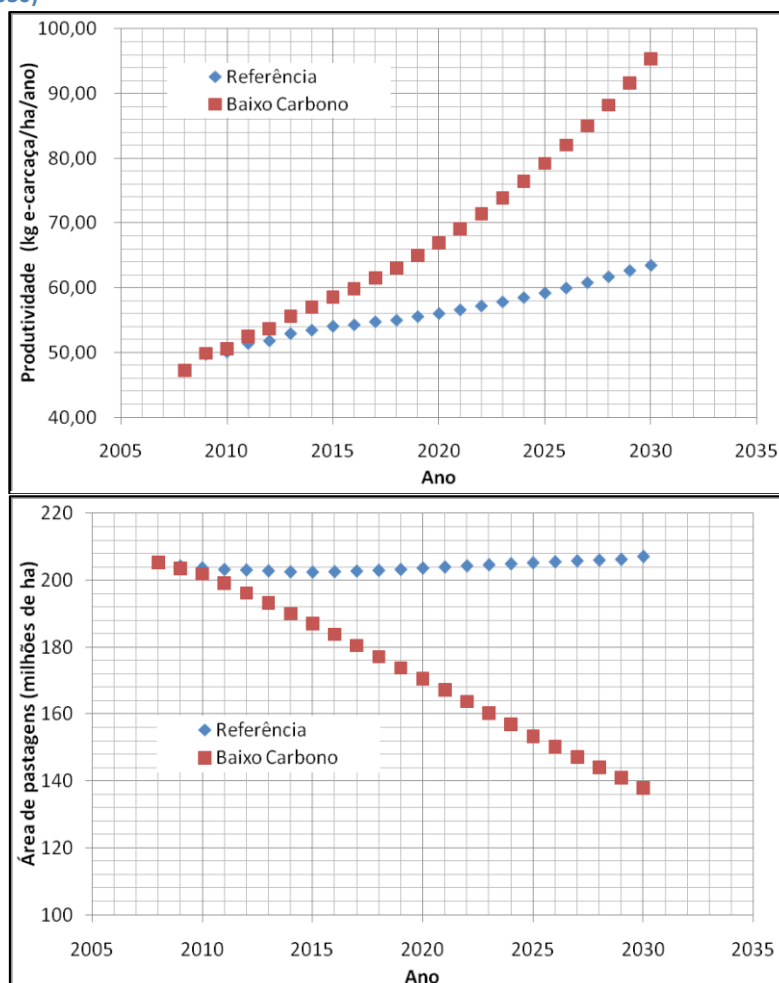


(a) índices atuais da taxa de lotação no Brasil em UA/ha; (b) Potencial produtivo das pastagens (UA/ha). A escala de cores, em marrom - baixa (0,00-0,50 UA / ha) e azul - elevado (> 4,00 UA / ha), é a mesma para ambos os mapas.

Fonte: (Strassburg, et al., 2014).

Similarmente, projeções de aumento da produtividade, de 47,22 kg e-carcaça ha-1 em 2008 para 95,42 kg e-carcaça ha-1 em 2030 podem reduzir as áreas necessárias para pastagem no Brasil em quase 70 Mha no mesmo período (Figura 23).

Figura 23 – Projeção da produtividade do rebanho bovino brasileiro e da área de pastagens para cenários de referência e de baixo carbono (2009 e 2030)



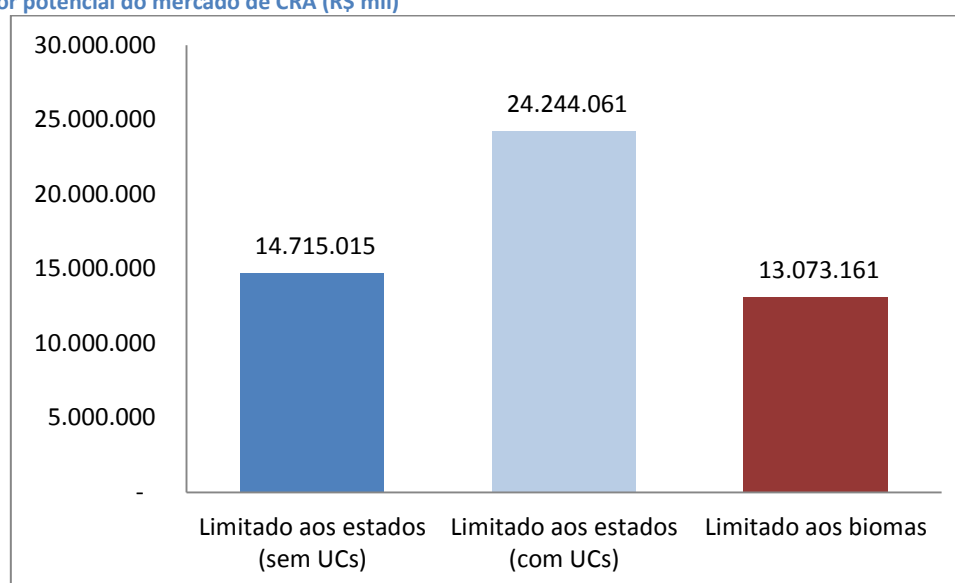
Fonte: (Barioni, Martha Junior, Sainz, Alves, & Lima, 2010).

Anexo 5 – Mercados emergentes de carbono e outros serviços ecossistêmicos

Os mercados de carbono e outros serviços ecossistêmicos no Brasil estão, em sua maior parte, apenas iniciando, com primeiros passos tendo sido dados especialmente no que diz respeito aos mercados de títulos florestais e de logística reversa, respectivamente com as Cotas de Reserva Ambiental (CRAs) e os Créditos de Logística Reversa de Embalagens (CLRs).

O mercado de CRAs é o que apresenta maior desenvolvimento, inclusive com créditos já comercializados no âmbito da Bolsa Verde do Rio de Janeiro. Estimativas acerca do potencial de tal mercado variam consideravelmente de acordo com as premissas adotadas, por exemplo, com relação às possibilidades de negociação entre agentes de estados e/ou biomas diferentes, bem como a utilização de Unidades de Conservação (UCs). Um exemplo de estimativa é apresentado na Figura 24.

Figura 24 – Valor potencial do mercado de CRA (R\$ mil)



Fonte: (Biofílica, 2013).

É, contudo, importante destacar que as cifras apresentadas na Figura 24 levam em consideração os preços da terra nos diversos estados brasileiros como custo de oportunidade e, portanto, potencial para as CRAs. Entretanto, dados disponíveis sobre preços da terra podem não refletir fielmente a realidade, especialmente, em estados com grande cobertura florestal. Adicionalmente, o reflorestamento não foi levado em consideração como uma das possibilidades de regularização por parte dos proprietários com RL abaixo do estabelecido no Código Florestal (Biofílica, 2013).

Com relação a um possível mercado sobre os direitos de uso de água doce, a ausência de marco regulatório que preveja tais mecanismos contribui para que iniciativas de incentivo econômico estejam, por ora, limitadas a programas de pagamento por serviços ambientais (PSA), como o Programa Produtor de Água no âmbito da Agência Nacional de Águas. Tal programa é voluntário e possui como objetivos “a redução da erosão, melhoria da qualidade da água e regulação do regime hidrológico dos rios” ao remunerar os produtores rurais que empreguem práticas conservacionistas (ANA, 2009). Até 2014 o Programa contempla 16 projetos (Tabela 19).

Tabela 19 – Projetos participantes/contemplados pelo Programa Produtor de Água

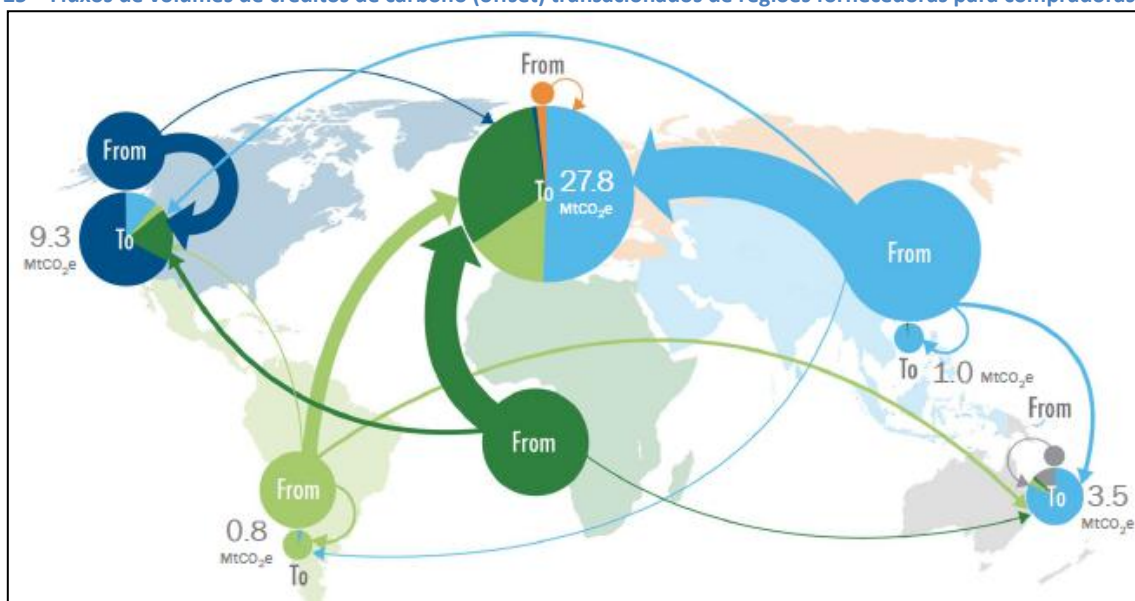
| Projeto | Nome | Município | UF | Ano de Início | Propriedades |
|---------|----------------------------------|------------------------------|----|---------------|--------------|
| 1 | Projeto Conservador de Águas | Extrema | MG | 2005 | n.d. |
| 2 | Programa Produtor de Água no PCJ | Joanópolis e Nazaré Paulista | SP | 2007 | 150 |
| 3 | Programa Produtor de Água de | Guaratinguetá | SP | 2011 | 9360 |
| 4 | Programa ProdutorES de Água | Todo o estado do ES | ES | 2008 | ~200 |
| 5 | Produtor de Água do Pípiripau-DF | Brasília | DF | 2009 | 424 |
| 6 | Bacia João Leite | Goiânia | GO | 2009 | n.d. |
| 7 | Produtor de Água no Córrego Feio | Patrocínio | MG | 2009 | 90 |
| 8 | Bacia do Rio Macaé | Nova Friburgo e Macaé | RJ | 2011 | n.d. |
| 9 | Protetor das Águas | Vera Cruz | RS | 2010 | 56 |

| Projeto | Nome | Município | UF | Ano de Início | Propriedades |
|---------|---|-------------------------------|----|---------------|--------------|
| 10 | Produtor de Água no Taquarussu | Palmas | TO | 2010 | n.d. |
| 11 | Oásis Apucarana | Apucarana | PR | 2012 | 450 |
| 12 | Produtor de Água no Guariroba | Campo Grande | MS | 2009 | 62 |
| 13 | Produtor de Água Rio Branco | Rio Branco | AC | 2012 | 50 |
| 14 | Produtor de Água Votuporanga | Votuporanga | SP | 2012 | 85 |
| 15 | Projeto Produtor de Águas do Rio Camboriú | Camboriú e Balneário Camboriú | SC | 2009 | 298 |
| 16 | Projeto "Produtores de Água e Floresta" | Rio Claro | RJ | 2007 | 120 |

Fonte: (ANA, 2014).

Similarmente, uma vez que o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) não foi operacionalizado, os mercados para créditos de carbono no Brasil também são transacionados em caráter voluntário. Contudo, as regulações internacionais, como os mercados de emissões da União Europeia (EU-ETS⁹⁹) e da Califórnia dentre outras iniciativas, contribuem para uma demanda por tais créditos (como forma de offset) (Figura 25).

Figura 25 – Fluxos de volumes de créditos de carbono (offset) transacionados de regiões fornecedoras para compradoras (2013)

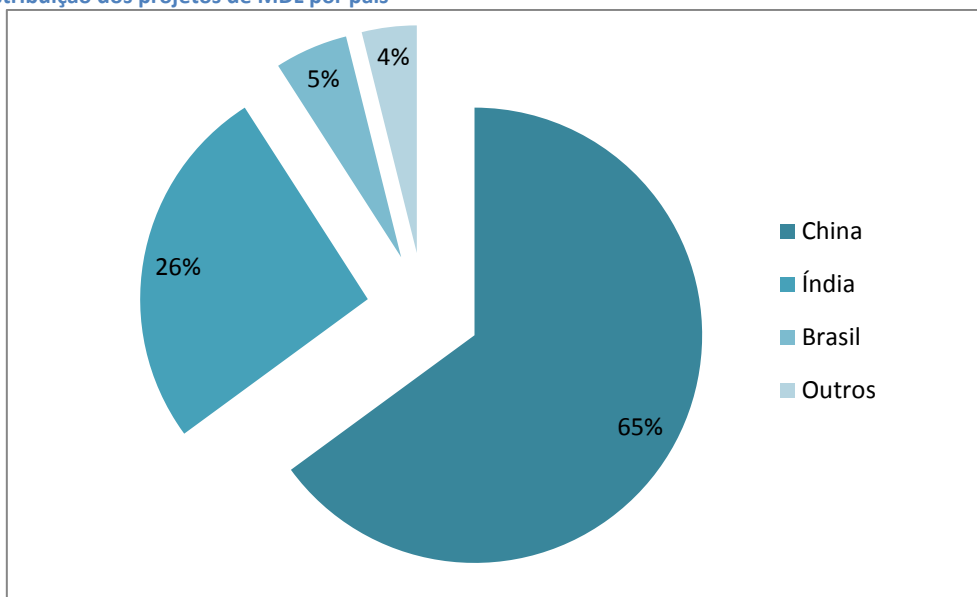


Fonte: (Ecosystem Marketplace, 2014).

Como é possível notar dos fluxos acima, a maior parte das transações envolvendo o Brasil teve como destino o mercado europeu, com Califórnia, Nova Zelândia (NZ-ETS) e Chile também demandando créditos (Ecosystem Marketplace, 2014). É válido destacar que no caso dos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no âmbito do Protocolo de Quioto, o Brasil aparece como o terceiro maior realizador de tais projetos, com 5% do total, enquanto a China é responsável por quase dois terços deste total (Figura 26).

⁹⁹ European Emissions Trading Scheme.

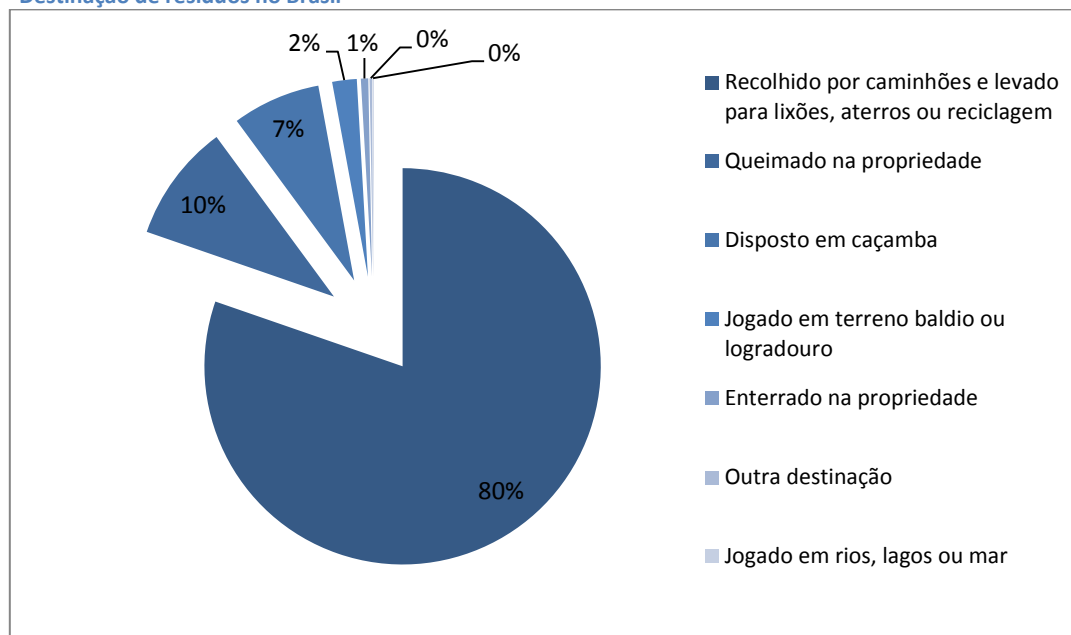
Figura 26 – Distribuição dos projetos de MDL por país



Fonte: (World Bank, 2014).

Já no que tange à questão da logística reversa, embora a Bolsa Verde do Rio de Janeiro já tenha desenvolvido as CLRs, a coleta seletiva não alcança a maioria dos municípios do país (apenas 14% do total), atingindo cerca de 12% da população brasileira (CEMPRE, 2013). Adicionalmente, os resíduos no Brasil ainda não possuem destinação adequada (Figura 27).

Figura 27 – Destinação de resíduos no Brasil



Fonte: (IBGE, 2012).

Ainda assim, o Brasil é líder mundial em recuperação de latas de alumínio, reciclando 97,9% das latas de alumínio para bebidas em 2012 (um total de 19,8 bilhões de unidades). Tal segmento movimentou cerca de R\$ 630 milhões no ano de 2012 e possui a grande vantagem de utilizar somente 5% da energia elétrica (e liberar 5% das emissões de GEE) com relação à produção de alumínio primário (ABAL, 2013).

O país também apresenta trajetória de crescimento no que diz respeito à reciclagem de garrafas PET, com a taxa de recuperação tendo saltado de 32,9% em 2002 para 57,1% em 2012 e movimento cerca de R\$ 1 bilhão anualmente (CEMPRE, 2013).

Tabela 20 – Custos de produção (R\$ por tonelada)

| Material | Matéria-prima virgem | Matéria-prima reciclada | Vantagem econômica |
|----------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| Aço | 552 | 425 | 127 |
| Alumínio | 6.162 | 3.447 | 2.715 |
| Celulose | 687 | 357 | 331 |
| Plástico | 1.790 | 627 | 1.163 |
| Vidro | 263 | 143 | 120 |

Fonte: (CEMPRE, 2013).

Desta forma, conforme exemplificado para os materiais acima, a redução do uso de insumos extraídos da natureza (matéria-prima virgem) está associada não somente a uma redução dos impactos ambientais das empresas, mas também com economias de energia e de custos, representando, então, uma vantagem competitiva para as empresas (CEMPRE, 2013).

Anexo 6 – Technical paper: Managing Risks and Returns of Carbon Market Strategies for REDD+ and Other Emissions Reductions in Brazil*

October 15, 2014

Background

The emissions reductions from deforestation and other forestry activities (i.e. REDD+), agriculture, and other sectors that Brazil could achieve at relatively low estimated costs have the potential to be one of the world's most valuable climate assets over the coming decades. Brazil faces the challenge of managing this climate asset in a way that maximizes the various potential monetary and non-monetary benefits of reducing deforestation and promoting low-carbon development while balancing the potential costs and benefits of maintaining flexibility to participate in future carbon and agricultural markets. We conduct modeling of the costs and benefits of potential strategies for Brazil to use carbon markets to tap the value of these climate assets, while managing the risks associated with current policy and economic uncertainties.

We present an analysis of different scenarios for the period 2015-2030 to evaluate the potential costs and benefits of a strategy where Brazil can: i) generate and sell emissions reductions within a domestic market; ii) potentially sell additional reductions on international carbon markets; iii) save or “bank” emissions reductions for sale or use in the future; and iv) sell long-dated maximum price guarantees (e.g. long-dated “call options” or “warrants”) at which actors may choose to buy demonstrated emissions reductions at a future date.

Sales of such price guarantees or “options” could be a way to capture some up-front finance to cover the costs of near-term reductions in deforestation and other emissions in exchange for selling the right, but not the obligation, to buy these emission reductions in the future at a predetermined “strike” price. Along with “banking,” selling options enables for the possibility of selling tons achieved in one year at higher prices, which might prevail in the future, rather than at the current price prevailing in the market for emissions in a given year.

Selling such options is one potential way that Brazil could balance the need for near-term benefits while maintaining the potential to benefit from higher prices in the future. At the same time, the opportunity to buy such options would provide a low-risk opportunity for buyers to contain exposure to potentially high future carbon prices. For example, while few buyers may be willing to pay \$30 per ton of CO₂ today, they might be willing to pay an upfront payment of \$1 per ton for the security of knowing they have the right to purchase a ton at \$30 at a future date if carbon prices are even higher. In other words, uncertainty creates the opportunity for providers of REDD+ to sell what amounts to carbon price insurance. If the buyer were to decide not to exercise the call options, Brazil would then have the ability to sell the reductions at the prevailing market price, sell additional call options on those reductions, or decide no longer to avoid those deforestation emissions.

We model Brazil's mitigation options and quantify the benefits and costs under various policy scenarios for domestic and international emissions trading. The modeling is carried out with a modified version of the EDF carbon market tool, incorporating marginal abatement cost curves for Brazil from the World Bank (2010) and, for tropical deforestation, the SimBrazil model. The international market is modeled based on cost curves from the POLES model and from the International Institute of Applied Systems Analysis (IIASA) global land-use model.

Modeling Framework

We model a domestic and international carbon market using the EDF carbon market tool, which considers the interaction of demand and supply of emissions reductions from multiple sources in an explicitly dynamic framework. The price and quantity of permits transacted each year is determined by the supply and demand for emission reductions, and the possibility of generating excess emissions reductions and saving (“banking”) them for use in future periods is explicitly taken into account. The model solves for an inter-temporal equilibrium in which two conditions are met in every year: (1) the market clears (i.e. the quantity of credits demanded at the current price, including

* Analysis conducted by Pedro Piris-Cabezas, Ruben Lubowski, and Alexander Golub of the Environmental Defense Fund (EDF). Please contact rlubowski@edf.org for more information.

banked tons, equals the quantity supplied at that price); and (2) the present value of the international credit price is equal in every period (i.e., the price rises at the market rate of interest). The carbon market modeling methodology is further detailed in Piris-Cabezas and Keohane (2008)¹⁰⁰.

If long-term targets are credible and anticipated, regulated entities have the incentive to over-comply with their current requirements and bank excess permits/credits for use in later periods when the carbon prices could be higher, as is likely the case with tightening limits on emissions. When banking is allowed, rational expectations mean that allowance prices will increase at a constant rate of interest reflecting the real rate of return in the market. In the model, this interest rate is an exogenous parameter that must be chosen. If prices were expected to rise at any rate other than the market rate of return, this would provide systematic opportunities for investors to profit from buying or selling carbon permits. These profit opportunities would be expected to induce buying or selling until the arbitrage opportunities were eliminated. These assumptions are common practice in current economic modeling of climate policy by, for example, the US Environmental Protection Agency (EPA) and the Massachusetts Institute of Technology (MIT).

For the current application, we focus on the period from 2015-2030 for the Brazilian market. As a hypothetical scenario, we assume the Brazilian government is able to create full certainty for participants in the domestic market regarding the policy framework and emission limits through 2030, given that this is something within the control of policy-makers within the country. For the international market scenarios, we adjust the standard modeling framework described above so as to provide more realistic analysis of how the carbon market is evolving and may continue to develop over the coming decades.

In the real world, market actors do not actually have perfect foresight regarding what climate policies will be in place in 2020, through 2030, or beyond. To account for this reality, within the international market context, we limit the typical assumption of perfect foresight by modeling a global carbon policy that is only incrementally revealed to market actors. This step-wise learning about policy means market actors face uncertainty about the future and cannot select their most cost-effective mitigation strategy and levels of banking once and for all but, rather, need to adjust to new information as it arrives. Market actors face the risk of significant adjustment costs if prices go higher (or lower) than anticipated and thus have incentives to manage the potential risks through instruments such as option contracts, rather than direct purchases of credits.

To model the step-wise pattern of learning, we introduce a risk premium on top of the modeled interest rate, which is a key input into the model and assume it decreases in 5-year intervals, as greater certainty over the future emerges. We also consider the potential demand for “call options” to hedge the risks created by this uncertainty. Our specific assumptions regarding interest rates and options demand and supply are described in our discussion of the modelled scenarios below.

Description of Scenarios and Results

The demand for emissions permits on the carbon market is driven by the limits established by governments on greenhouse gas emissions and the evolution of these limits over time. The supply is given by the estimated marginal abatement costs for each year from the different sectors and geographic regions that are part of the market. We consider several scenarios for a domestic carbon market, as well as a market with the possibility for international trading (Table 1).

Domestic-only Brazilian market

All of our scenarios start from the assumption that Brazil establishes a “cap” or limit on total national emissions starting in 2020, as noted above, and where these limits are fully anticipated by market actors, such that they can begin planning as of 2015. We also consider scenarios in which some of the reductions in deforestation to meet the voluntary goals adopted in the National Climate Change Plan (NCCP) before to 2020 could be available as “early

¹⁰⁰ Piris-Cabezas, Pedro and Nathaniel Keohane. 2008. “Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation: Implications for the Carbon Market.” Environmental Defense Fund. Washington, DC. Available at: http://www.edf.org/documents/7975_REDDandCarbonMarketAnalysisReport_EDF_0508.pdf.

action” credits to be used to for compliance with the domestic cap over 2020-2030. In particular, we consider a scenario without any early action as well as a scenario with early action in which we assume 25% of the reductions in deforestation emissions achieved to date over 2006-2014 can be credited. These potential early action REDD+ credits total 1.8 billion tons.

Table 1 – Modeled Scenarios

| Scenario | REDD+ | Early action | International trading | Uncertainty over policy | Options on REDD+ |
|---|-------|--------------|-----------------------|-------------------------|------------------|
| Domestic market, No REDD+ | No | No | No | No | No |
| Domestic market, REDD+, without early action | Yes | No | No | No | No |
| Domestic market, REDD+, with early action | Yes | Yes | No | No | No |
| International trading, REDD+, without options | Yes | Yes | Yes | Yes | No |
| International trading, REDD+ with options | Yes | Yes | Yes | Yes | Yes |

We assume Brazil adopts a hypothetical national emissions cap starting in 2020, with a voluntary phase-in of the cap to achieve this goal over the period 2015-2020. We assume this cap is credible and anticipated, such as that market actors know and believe the emissions limits and thus can reduce and bank emissions reductions in the most efficient manner. Under this “risk free” scenario, we present results with a 5% real interest rate (inflation adjusted), as assumed in the analyses of US cap-and-trade legislation by US Environmental Protection Agency (EPA).

The level of Brazil’s hypothetical cap in 2020 is based on the upper bound of the national voluntary target for 2020, i.e., a 36.1% reduction relative to the projected economy-wide emissions of 3,236 million tons of CO₂ in 2020, as enumerated in Brazil’s federal law (Decreto nº 7.390, Dec. 9, 2010). The hypothetical cap then linearly reduces emissions after 2020 to achieve a 42% reduction in 2030 and a 50% reduction in 2050 relative to the projected 2020 emissions in Decreto nº 7.390.

These hypothetical limits for forest and non-forest sectors entail a reduction of 13% and 17% by 2020 and 2030, respectively, relative to historical baseline emissions over 1996-2005 for deforestation and in 2010 for other sectors. This entails a cumulative total of required emission reductions below the modeled “business as usual” of about 9.2 billion tons of CO₂ over 2020-2030 and about 12 billion tons over 2015-2030, with the phase-in starting in 2015. The level of the hypothetical cap, projected emissions under Decreto nº 7.390, and modeled “business as usual emissions” over 2015-2030 are shown in Figure 1 below.

We consider a scenario in which REDD+ is not part of the domestic market, as well as scenarios in which Brazil can use all its deforestation reductions for compliance with the domestic target, with up to half eligible to be sold to the other sectors to help them manage their emissions reduction responsibilities. In the scenarios with international trading, up to half of the deforestation reductions under the NCCP (along with any extra emissions from other sectors) would, hypothetically, be available for international sales as long as the country were to meet (or exceeds) its aggregate cap across all the sectors. This is consistent with a “crediting baseline” for REDD+ set below historic emissions so as to ensure “own effort” on the part of REDD+ countries and/or with the creation of a “buffer” to insure against the potential reversal of emission reductions in future years.

In terms of REDD+ potential, the assumption is that Brazil would be able to exactly achieve its deforestation reduction targets for the Amazon as well as other forest biomes by 2020 and continue to achieve the targets through 2030 based on an extrapolation of the currently targeted reduction schedule through 2020. This is conservative in terms of the amount of REDD+ that could be available within a market in that potential deforestation emissions reductions beyond the levels of the national targets are not considered.

Under these assumptions, in total, there are an average of 1.2 billion tons of CO₂ per year in potential reductions from REDD+ over 2015-2030 period, based on the historical deforestation emissions baselines for the Amazon and other

regions of the country¹⁰¹. Our analysis for the costs of supplying REDD+ credits is based on cost curves estimating the opportunity costs of achieving the national deforestation target across the Legal Amazon and all other biomes of Brazil from the SimBrazil model of Britaldo Soares-Filho at the Federal University of Minas Gerais. For all other sectors in Brazil, we consider the abatement cost curves from the World Bank's (2010) low-carbon country case study. For example, we consider that the country can achieve the increases in reforestation and reductions in agriculture (both livestock and cropland management) emissions as identified in this study¹⁰². There are an average of 44 and 36 million tons per year in potential reductions from reforestation and livestock/cropland, respectively.

In the scenario without REDD+, an efficient domestic policy such as emissions trading results in a carbon price of about \$40/tCO₂ in 2015, rising at 5% per year. This achieves reductions of 5,127 million tons, which are only 43% of the total reductions under the hypothetical cap. The net present value of the total cost is \$42 billion in 2015 (using a 5% interest rate).

Allowing inter-sector trading of half of the estimated reductions from REDD+, no international trading, and an efficient domestic policy such as emissions trading, which includes all major sectors, Brazil could achieve the total reductions of 11,973 million tons of CO₂ for 2015-2030 at an estimated net present value costs of \$9.1 billion under a scenario without "early action" crediting of REDD+¹⁰³. In this scenario, the estimated carbon price is \$1.9/tCO₂ in 2015 rising in real terms at 5% per year to about \$4/ton in 2030. In a scenario with early action crediting, the net present value of costs falls to \$5.8 billion, with a price of \$1.5 in 2015, rising at 5% per year, to about \$3/ton in 2030. The domestic market scenario with early action is shown in Figure 1 below.

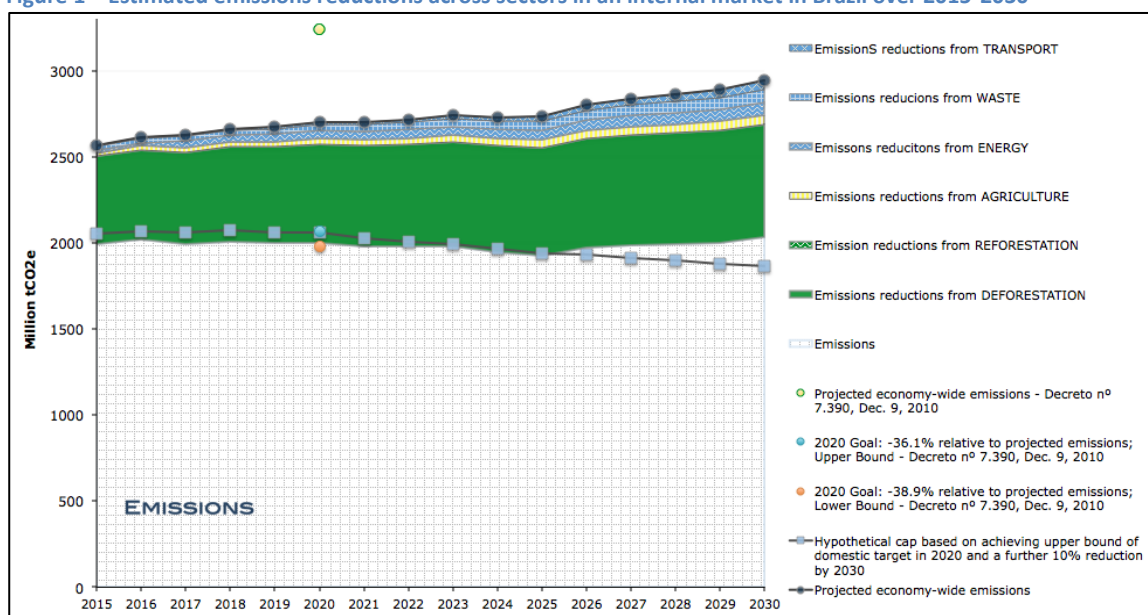
In total, this market scenario would generate an average of 748 million tons of reductions year, with about 80% or 595 per year on average from reductions in deforestation. The energy sectors provides about 7% of the reductions, the agriculture and waste each sectors each provide about 5% of the reductions and the transport sector provides the remaining 3% of reductions over 2015-2030. Prices are not high enough in this scenario to induce any reductions from reforestation. An estimated 367 million tons are banked starting in 2015 for use over 2020-2030. These results mean that the domestic carbon market absorbs 42% of the reductions in deforestation under the national plan, generating an average of \$0.8 billion per year in finance for reducing deforestation.

¹⁰¹ This entails achieving the goal of the National Climate Change Plan (NCCP) to reduce deforestation emissions in the Amazon by 80% by 2020 and to exceed the 40% reduction goal for the Cerrado. For emission reductions in the Cerrado and other biomes outside the Amazon, the target maintains emissions consistent with the low-emissions agriculture scenario from World Bank (2010). The baselines for the Amazon, Cerrado, and Atlantic forests are, respectively, the historical averages for 1996-2005, 2000-2005, and 1995-2005. Baselines for agriculture and reforestation are based on business-as-usual projections from World Bank (2010).

¹⁰² World Bank, 2010, *Brazil Low-Carbon Country Case Study*, (Christophe de Gouvello, Britaldo Soares-Filho, Roberto Schaeffer, Fuad Jorge Alves, Joao Wagner Silva Alves).

¹⁰³ All net present value estimates of costs and benefits are based on a real interest rate of 5%.

Figure 1 – Estimated emissions reductions across sectors in an internal market in Brazil over 2015-2030



Note: Emissions reductions below the level hypothetical cap are those available to be saved ("banked") for use in meeting cap in future in years and/or selling in international emissions permit markets. One quarter of reductions over 2006-2014 are assumed to be available as "early action" credits for the Brazilian market starting in 2020. Source: EDF analysis based on "World Bank Low Carbon Country Case Study: Brazil" (The World Bank: Washington D.C., 2010); and SimBrazil Model from the Federal University of Minas Gerais.

International trading scenarios

We next consider scenarios where Brazil's domestic program is linked to an international market. We consider a hypothetical global market scenario for the step-wise evolution of a global carbon market over the period 2015 to 2050, where Brazil can sell any reductions beyond those necessary to achieve its domestic target. We model a global carbon market scenario in which there is uncertainty over future policies and thus risks associated with saving or "banking" emissions in future years. We solve the model with 20-year rolling time periods and high initial risk perceptions, as embodied in the discount rates used by market actors. These rates decline over time as market participants gradually learn and acquire greater certainty about the future market as climate policies become more established. The assumptions are described further below.

We assume the market gradually expands in terms of its coverage and the tightness of the emissions limits and that information about future climate policy is only incrementally revealed to market actors at 5-year intervals. For all countries other than Brazil, we use cost curves from the POLES model, used by the European Commission for its international carbon market modeling¹⁰⁴. We add cost curves for REDD+ from the rest of the world based on the modeling cluster of the International Institute of Applied Systems Analysis (IIASA), assuming a gradual phase in through 2030.

Between 2015 and 2019, the modelled international market includes California, and Canadian provinces (British Columbia, Manitoba, Ontario, Quebec), as well as early action crediting from Brazil. In 2020, Brazil adopts its emission reduction target and the EU, Norway, Switzerland, and South Korea join the global market. At the same time, for simplicity, we assume the rest of the world gradually phases into the market at the rate of 10% a year starting in 2020 to achieve a full global market by 2030. The gradual phase-in includes both potential buyers and sellers of REDD+ and other emission reductions from other developing countries.

With respect to the stringency of international policy, we consider a scenario with global reductions for 2050 in line with the goal established by the G8 leaders at the July 9, 2009 Major Economies Forum. This calls for the G8 to reduce emissions by 80% or more by 2050 as part of a global reduction of 50% by 2050 relative to 2005 levels, with the aim of limiting warming to no more than two degrees Celsius above preindustrial levels. However, to model a gradual ramp-

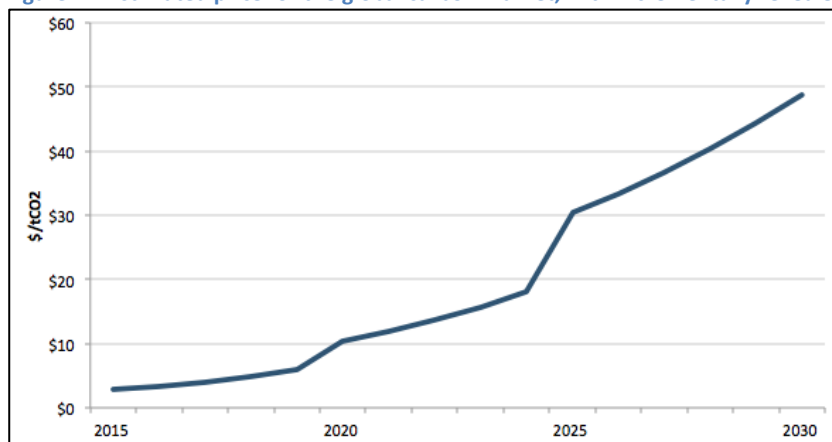
¹⁰⁴ In particular, for this analysis we used updated cost curves released in October 2012 by ENERDATA. The POLES model is the result of the collaboration of: LEPII (formerly IEPE - Institute of Energy Policy and Economics in Grenoble, France); EC's Joint Research Centre, The Institute for Prospective Technological Studies (IPTS); and Enerdata.

up of global policy, we assume a less ambitious global reduction trajectory up through 2030, which is on a straight line path between 2015 levels and a 25% reduction by 2050. The trajectory of the global cap then becomes steeper over 2030-2050.

We model the learning behavior of market actors by adding a risk-premium to the risk-free interest rate of 5% used by actors in the domestic Brazilian market. We assume this risk premium falls at 5-year intervals to reflect greater information that increases certainty over future policy. In particular, we assume an interest or “discount” rate, starting at 20% over 2015-2020, falling to 15% over 2020-2025, and 10% over 2025-2030. The 20% interest rate is chosen to be consistent with analyses of the risk premium embedded due to policy uncertainty under the current European Emissions Trading System (ETS)¹⁰⁵. For the sake of realism, we further model limited foresight of market actors by assuming a planning horizon that is limited at 20 years. Thus, market actors in 2015 look ahead to 2035 and market actors in 2020 and 2025 look ahead to 2040 and 2045, respectively.

To model the effect of learning, we then run our model iteratively at 5-year steps. In particular, we first solve the model starting in 2015 with a 20% interest rate to estimate prices and banking in each year. This provides the conditions we estimate through 2020, which we then use to re-run the analysis with a 15% interest rate, starting in 2020. This then provides the conditions through 2025, which we then use to re-run the analysis with a 10% interest rate, starting in 2025. The result of this analysis is an estimated price that path rises in a step-wise fashion over time, as shown in Figure 2, with an estimated carbon price is \$2.8 in 2015 rising to \$49/tCO₂ by 2030 as carbon markets grow and policies become less uncertain. Because of the modelled uncertainty, the carbon price rises faster than under the risk-free scenario (which would entail a price of about \$23.6 in 2015, in order to rise at 5% annually to \$49 by 2030). The price also exhibits a series of sudden jumps as the market adjusts to greater information that provides more certainty over future climate policies.

Figure 2 – Estimated price for the global carbon market, with incrementally revealed information over climate policy



Source: EDF analysis based on cost curves from the POLES model; “World Bank Low Carbon Country Case Study: Brazil” (The World Bank: Washington D.C., 2010); and SimBrazil Model from the Federal University of Minas Gerais. Note: Based on scenario and assumptions described in text, including 20-year rolling time horizon and interest or “discount” rate, starting at 20% over 2015-2020, falling to 15% over 2020-2025, and 10% over 2025-2030.

Under this global price scenario, in addition to the reductions in deforestation emissions used internally, we calculate the amount that Brazil would sell directly on the market at the prevailing price in each year, both as direct market transactions and via “options” contracts that account for risks and uncertainties on both the buyer and seller sides. On the buyer side, as a result of the modelled uncertainty over the future (as reflected in the limited time horizon and risk-premiums added to the discount rate), we estimate that demand for purchasing and banking tons is relatively low compared to a case with perfect foresight.

However, in addition, to the tons purchased on the direct (“spot”) market price each year, we allow for the fact that, in a situation of uncertainty, there would be additional demand for emissions reductions secured via (call) options contracts as a hedge against the risk of prices being higher in the future (as demonstrated by the price “jumps” in

¹⁰⁵ Pedro Piris-Cabezas and Ruben Lubowski. 2013. “Increasing Demand by Raising Long Term Expectations: the Importance of a 2030 Target for the European Union’s Climate Policy.” Environmental Defense Fund. Washington, DC.

Figure 2). These call option contracts would give buyers the right but not the obligation to purchase tons at a predetermined price.

We assume that the demand for options is equal to the amount of additional tons that would actually be demanded under a “risk free” scenario (based on a 5% interest rate). In other words, we assume participants will buy the exact amount of options that they will later exercise when information about the market is revealed by 2030. In reality, demand for options could be below or, more likely, above the amount that might actually be called for as the market evolves.

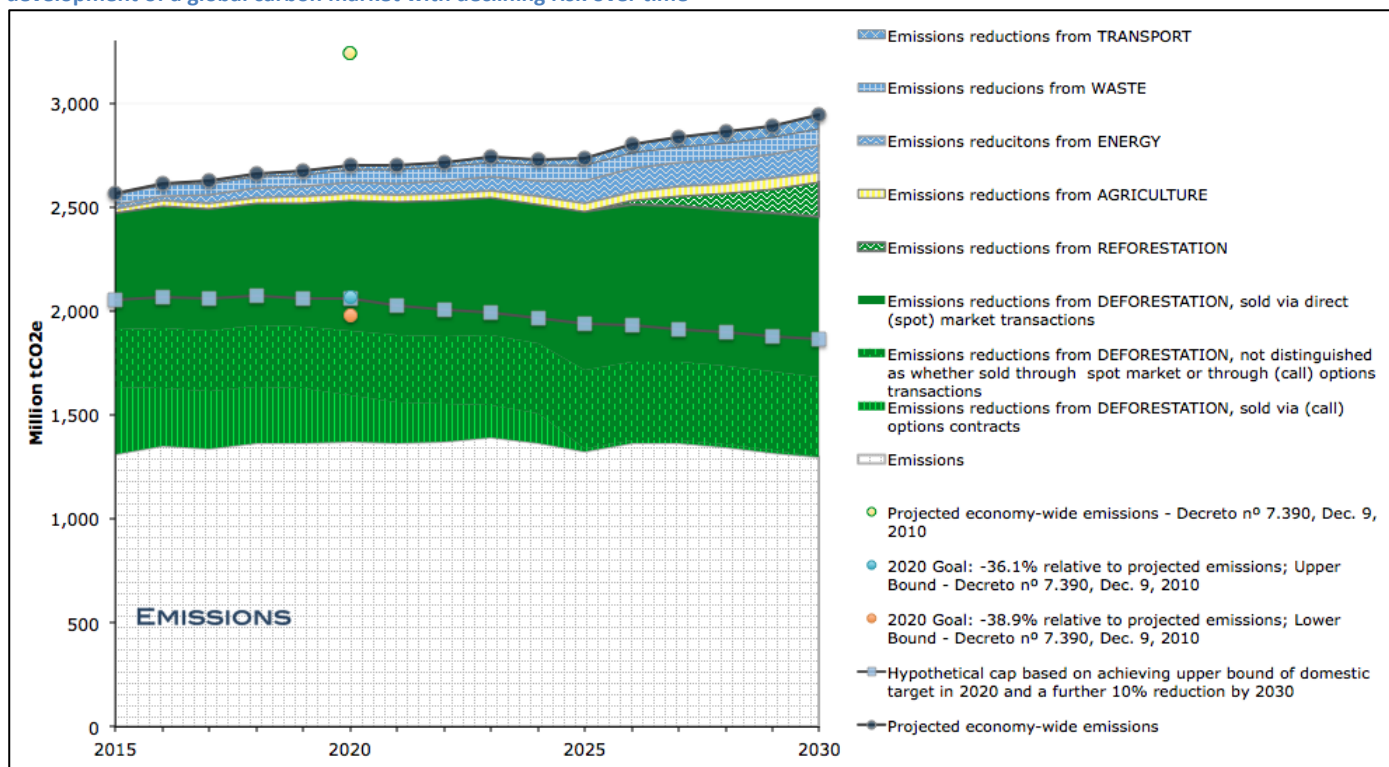
From the seller perspective, the amount of “spot” market transactions offered are calculated based on whether or not the market price would exceed the estimated opportunity cost of avoiding deforestation, based on the profitability of alternative non-forest land uses such as cattle ranching and soybean cultivation. There is a large range of deforestation reductions that can be achieved at low estimated costs, with likely low risks of costs exceeding estimated carbon market prices.

Nevertheless, given uncertainties in agricultural prices, there is a chance that these opportunity costs could rise in the future. As a result, it could be risky to sell all the reductions which have opportunity costs below the carbon market price in a given year. A detailed risk-adjustment of the marginal costs of reducing emissions was beyond the scope of this study.

As an indication of the potential risks from a supply-side perspective, we assume that out of the reductions that international buyers would want to purchase at the prevailing market price, Brazil would only be able to provide two-thirds, as direct (spot) market transactions. We assume that it is indeterminate whether Brazil would be willing to make the remaining one third of these reductions available as spot market transactions or via “options” contracts where Brazil would sell the right but not the obligation to purchase these tons in the future at a “strike” price above current market levels.

Under the scenario with international trading, Brazil’s estimated emissions reductions and international sales are shown in Figure 3. All of the emissions reductions in deforestation below the level of the cap are those available for international sales. Of the tons transacted in international markets, Brazil is estimated to sell about 25% directly on the market, 23% under options contracts given uncertainties in future prices, and the remaining 52% either under options contracts or directly on the market.

Figure 3 – Estimated emissions reductions across sectors in Brazil over 2015-2030, with international trading under step-wise development of a global carbon market with declining risk over time



Note: Emissions reductions below the level hypothetical cap are those available to be saved ("banked") for use in meeting cap in future in years and/or selling in international emissions permit markets. One quarter of reductions over 2006-2014 are assumed to be available as "early action" credits for the Brazilian market starting in 2020. Source: EDF analysis based on cost curves from the POLES model; "World Bank Low Carbon Country Case Study: Brazil" (The World Bank: Washington D.C., 2010); and SimBrazil Model from the Federal University of Minas Gerais.

In addition to the reductions used internally, Brazil is estimated to sell about 10,185 million tons of reduced deforestation emissions or about 680 million tons per year over 2015-2030 through a combination of spot and options market transactions. We estimate about 2,575 million tons would be sold directly on the spot market and 5,355 would be sold either under options contracts or directly on the market (i.e. it is indeterminate).

In addition, we estimate a demand for 2,375 million tons of emission reductions sold exclusively under long-dated option contracts (about 158 million tons per year) over 2015-2029 for potential use over 2030-2050 based on strike prices, rising at a "risk free" rate of return of 5% per year to reach \$49 per ton in 2030. Almost 20% of these reductions are estimated to come from "early action" in reducing deforestation before 2020, which is assumed to be partially recognized in international markets.

The estimated value of reductions in emissions under a Brazilian carbon market rises with linkages to emerging international markets. The net revenues from sale of the 10,185 million tons over 2015-2030 would have a net present value of \$152 billion, with total costs of achieving all of Brazil's reductions estimated at \$82 billion in present value terms in 2015 (45% of these costs are for the reductions in emissions from deforestation estimated as sold on spot market or potentially on spot market, 38% from other reductions in deforestation that are estimated as sold exclusively as call options, 12% from reforestation, 4% from emissions reductions in the energy sector, 2% from the waste sector and 1% from the transportation sector). This means that, international sales beyond the level of the cap would more than cover the costs of achieving all of Brazil's emission reductions and yield an estimated net benefit valued at \$70 billion in 2015.