

## **Custo marginal de abatimento de emissões de gases de efeito estufa na recuperação da pastagem**

Marginal abatement cost of greenhouse gases emissions in pasture recovery

Willian Jun Kimura<sup>1\*</sup>; Elcio Ferreira Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agroicone – Engenheiro Agrônomo – Avenida Angélica, nº 2447 conjunto 173 – Higienópolis - CEP 01227-200 - São Paulo (SP), Brasil

<sup>2</sup> CENA/USP – Doutorando em Ciências – Avenida Centenário, 303 – São Dimas, CEP 13400970 – Piracicaba (SP), Brasil

### **Resumo**

A demanda crescente por alimentos e as preocupações ambientais fizeram com que líderes governamentais incentivassem a adoção de tecnologias que possam aumentar a oferta de alimentos de forma sustentável. O objetivo com esse trabalho é valorar a mitigação de gases de efeito estufa através da recuperação de pastagem por meio do financiamento com a linha de crédito do Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, utilizando a ferramenta custo marginal de abatimento. Para alcançar os objetivos propostos, foram utilizados dados financeiros do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada e da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil e de emissões, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e do Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono para simular os custos anuais líquidos e as emissões líquidas da tecnologia atual e de abatimento, representadas por uma pecuária de baixa tecnologia e em pastagem recuperada, respectivamente. Os valores financeiros e de emissões da pecuária em pasto recuperado se apresentaram mais favoráveis quando comparados à pecuária de baixa tecnologia. Considerando esses dois fatores, chega-se a um custo marginal de abatimento de - R\$ 24,72 por tCO<sub>2</sub> equivalente. Desta maneira, a cada uma tonelada de gás carbônico equivalente mitigado pela recuperação da pastagem, o pecuarista tem um resultado financeiro de R\$ 24,72 a mais do que se continuasse com uma pecuária de baixa tecnologia. Sendo assim, a recuperação de pastagem demonstra ser uma prática que permite o aumento na produção de alimento de forma sustentável tanto ambientalmente quanto financeiramente.

**Palavras-chave:** Mitigação, Mudanças Climáticas, Pecuária, Programa ABC

### **Abstract**

Due to the growing demand for food and environmental concerns, government leaders have been driven to encourage the adoption of technologies which can increase the food supply in a sustainable way. This work aims to value greenhouse gas mitigation through pasture recovery by market incentives such as financing with the Low Carbon Agriculture Program credit line, using the marginal abatement cost tool. To achieve the proposed goals, financial data from the Center for Advanced Studies in Applied Economics and the Brazilian Confederation of Agriculture and Livestock was used, as well as emissions data from the Intergovernmental Panel on Climate Change and Low Carbon Agriculture Plan in order to simulate an annual net costs and net emissions of current and abatement technologies, represented respectively by a low-tech livestock and a livestock in recovered pasture. The financial and emissions figures of a livestock in a recovered pasture were more favorable in comparison to low-tech livestock. Taking into consideration these two factors, the marginal abatement cost is - R\$ 24.72 per tCO<sub>2</sub> equivalent. In other words, for each ton of equivalent carbon dioxide mitigated by pasture recovery, the farmer has a financial gain of R\$ 24.72 than keeping low-tech livestock. Thus, from a financial and environmental perspective, pasture recovery has shown to be a practice which allows a sustainable increase in food production.

**Keywords:** Mitigation, Climate changes, Livestock, ABC Program

---

\* Autor correspondente: <willian@agroicone.com.br>

Enviado: 05 jul. 2016

Aprovado: 14 set. 2016

## Introdução

As projeções da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura [FAO] apontam que em 2050, a população mundial ultrapassará 9 bilhões e para atender esta demanda a produção de alimentos terá que aumentar 60% em relação ao período 2005-2007 (Alexandratos e Bruinsma, 2012).

O Brasil possui papel de destaque na produção e exportação de alimentos. Assim, será fundamental neste desafio de alimentar o mundo. Segundo os dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2014), o Brasil está entre os maiores produtores e exportadores de soja, milho, café, açúcar, suco de laranja, carne bovina e de frango do mundo.

Além disso, alguns fatores como a baixa produtividade de alguns produtos e a disponibilidade de terras agricultáveis, indicam que ainda há possibilidade do Brasil aumentar sua produção. Entretanto, apesar das oportunidades que o Brasil tem de expandir sua oferta de alimento, esta deve ser realizada de forma sustentável e planejada (Barbosa e Santana, 2012).

O governo brasileiro tem tomado medidas importantes para direcionar esse crescimento. A aprovação do novo código florestal (BRASIL, 2012) e do Plano Nacional sobre Mudança do Clima [PNMC] (BRASIL, 2009), são bases importantes na busca de crescimento sustentável. O PNMC em 2010 por meio do decreto Nº 7.390 (BRASIL, 2010) passou a incorporar as metas de redução de desmatamento da Amazônia (MMA, 2004) e do Cerrado (MMA, 2010) e o plano de incentivo à economia de baixa emissão de carbono na agricultura [Plano ABC] (MAPA, 2012).

O desmatamento de vegetação nativa e emissões de gases de efeito estufa [GEE] estão entre as principais preocupações ambientais em relação ao aumento da produção de alimentos. De acordo com as estimativas anuais de emissões de gases efeito estufa no Brasil, em 2012, foram desmatados 13,7 mil quilômetros quadrados [km<sup>2</sup>] e emitidos 1.203,4 milhões toneladas de gás carbônico equivalente [tCO<sub>2</sub>e] (MCTI, 2014).

Estas estimativas são divididas em cinco setores: energia; processos industriais; tratamentos de resíduo; agropecuária e uso da terra, mudança no uso da terra e florestas ou “Land Use, Land Use Change and Forestry” [LULUCF]. Os dois últimos, ligados diretamente à produção de alimentos.

Em 2012, os setores agropecuária e LULUCF foram responsáveis por emitir 446 e 176 milhões de tCO<sub>2</sub>e, respectivamente, 37% e 15% do total emitido no Brasil. Na agropecuária, as emissões oriundas da fermentação entérica, principalmente de

bovinos, foram de 249 milhões de tCO<sub>2</sub>e, mais da metade de todo setor. Em LULUCF, a principal fonte de emissão foi o desmatamento de mata nativa. Destaque para pecuária, principal atividade a ser alocada após a subtração das florestas (Nassar et al., 2011).

Algumas tecnologias no sistema de produção de alimentos estão sendo incentivadas pelo governo para conter o desmatamento e as emissões de GEE. Para as atividades contempladas pelo Plano ABC (recuperação de pastagem degradada (intensificação da pecuária), integração lavoura pecuária floresta [iLPF], sistema de plantio direto, fixação biológica de nitrogênio, tratamento de dejetos animais) o governo disponibiliza uma linha de crédito especial para financiamento.

Entretanto, para a adoção dessas tecnologias, além da preocupação ambiental, o resultado financeiro também é um fator decisivo. A ferramenta custo marginal de abatimento de gases de efeito estufa [CMA]<sup>2</sup> pode auxiliar o tomador de decisão. Toledo (2012) define objetivamente como um instrumento analítico que procura identificar o custo da redução de determinada quantidade de GEE oriunda de uma medida de mitigação.

Gouvello et al. (2010) estimaram o custo marginal de abatimento para 40 medidas de mitigação envolvendo diversos setores da economia nacional, desde iluminação residencial e investimento em metrô à redução de desmatamento e intensificação da pecuária. O estudo analisou o potencial de mitigação e o CMA de cada medida em três taxas de desconto para o período entre 2010 – 2030.

Rovere et al. (2011) analisaram os seis setores da economia (geração de energia elétrica, transportes, indústria, resíduos, mudança de uso do solo e florestas e agropecuária) em três cenários distintos. Para os setores agropecuária e LULUCF, que estão ligados diretamente com a produção de alimentos, estimaram o potencial de mitigação e o CMA para medidas contempladas no plano ABC e para as metas de redução de desmatamento.

Com a necessidade de aumento na produção de alimento de forma sustentável, uma análise ambiental e financeira de tecnologias que possam suprir essa demanda se julga necessária para munir e expor informações pertinentes aos tomadores de decisão.

A pecuária como atividade que mais se associa com as emissões relacionadas à produção de alimentos deve ser analisada de forma mais aprofundada e detalhada. Objetivou-se, com esse estudo, valorar a mitigação de gases de efeito estufa através da

---

<sup>2</sup> Usualmente utilizado para construção da “Marginal Abatement Cost Curve” [MACC], ferramenta que possibilita observar as principais oportunidades de redução de emissões levando em consideração o custo e o potencial de mitigação de cada medida (Mota et al., 2012).

recuperação de pastagem por meio do financiamento com a linha de crédito do Programa ABC, utilizando a ferramenta custo marginal de abatimento.

### **Materiais e Métodos**

O cálculo do custo marginal de abatimento foi baseado no Estudo de Baixo Carbono para o Brasil do Banco Mundial (Gouvello et al., 2010) eq. (1) obtido pela divisão entre a variação dos custos anuais líquidos sobre a variação das emissões líquidas de cada tecnologia.

Os custos anuais líquidos levaram em consideração os estudos realizados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [CEPEA] e da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil [CNA] (CEPEA, 2013; CNA, 2013) com adaptações. Os cálculos de emissões de GEE foram realizados de acordo com as orientações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) e do Plano ABC (Observatório ABC, 2013).

$$CMA = \frac{CALtb - CALta}{EAtb - EAta} \quad (1)$$

onde, CMA: Custo Marginal de Abatimento da tecnologia de mitigação de GEE; CALtb: Custo anual líquido da tecnologia atual (base)<sup>3</sup>; CALta: Custo anual líquido da tecnologia de abatimento<sup>4</sup>; EAtb: Emissões líquidas de GEE com tecnologia atual (base); EAta: Emissões líquidas GEE com tecnologia de abatimento.

#### **Custo anual líquido da tecnologia atual (pecuária de baixa tecnologia)**

Para o cálculo do custo anual líquido da tecnologia atual foi utilizado o Valor Presente Líquido [VPL] eq. (2). Os coeficientes técnicos e os dados financeiros foram coletados pela equipe do CEPEA/CNA através da técnica do painel, que consiste em uma reunião com técnicos e produtores para caracterização de uma propriedade típica. Feuz e Skold (1991) definiram uma propriedade típica como aquela que mais representa o sistema produtivo na região.

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad (2)$$

onde, VPL: Valor Presente Líquido; FC<sub>j</sub>: Fluxo de Caixa no período j; i: Taxa de desconto (custo de oportunidade); j: Período de tempo analisado; n: n<sup>o</sup> de períodos.

<sup>3</sup> Tecnologia atual: pecuária de baixa tecnologia

<sup>4</sup> Tecnologia de abatimento: pecuária em pastagem recuperada

A propriedade típica selecionada para este estudo está localizada na região noroeste de Goiás [GO]. O painel foi realizado no dia 18/09/2013 e contou com a participação de 12 pessoas; dentre elas, produtores, técnicos e a equipe do CEPEA.

O sistema de produção analisado na região foi o de cria e engorda, que consiste na compra de bezerros e a venda de boi gordo. Para este sistema foram considerados os seguintes coeficientes técnicos (Tabela 1):

Tabela 1. Coeficientes técnicos para produção pecuária na região noroeste de Goiás em 2013

Item	Unidade	Baixa Tecnologia	Pasto Recuperado
Idade do bezerro adquirido	Meses	8,00	8,00
Permanência do animal na propriedade	Meses	26,00	18,00
Idade de abate	Meses	32,00	26,00
Taxa de lotação <sup>(1)</sup>	U.A. <sup>(1)</sup> ha <sup>-1</sup>	0,80	1,60
Ganho de peso diário	g dia <sup>-1</sup>	417,00	615,00
Produtividade	arroba ha <sup>-1</sup>	6,20	11,30
Aplicação de calcário	t ha <sup>-1</sup>	1,50	1,50
Aplicação de fósforo [P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ] <sup>(2)</sup>	t ha <sup>-1</sup>	0,00	0,05
Aplicação de nitrogênio [N] <sup>(3)</sup>	t ha <sup>-1</sup>	0,00	0,10

Nota: <sup>(1)</sup> U.A.: Unidade Animal, refere-se a um animal com 450kg de peso vivo

<sup>(2)</sup> Equivalente a 277 kg de superfosfato simples (18%)

<sup>(3)</sup> Equivalente a 222 kg de ureia (45%)

Fonte: Adaptado de CEPEA (2013); CNA (2013)

Para o custo anual foi considerado o Custo Operacional Efetivo [COE], proposto por Matsunaga et al (1976), onde são considerados os desembolsos com compra de insumos (incluindo aquisição dos bezerros), operação e manutenção de máquinas, mão de obra e despesas administrativas.

O valor da receita foi calculado a partir do peso final de venda e o preço praticado pela arroba na região. A taxa de juros para o financiamento e o horizonte de tempo foram de 6,5% a.a. (taxa média de juros do Plano Agrícola e Pecuário 2014/2015) e 10 anos (período do Plano ABC), respectivamente.

A taxa de desconto (custo de oportunidade) foi de 4,9% - taxa de juros do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (11,65%) descontada a inflação utilizando o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (6,41%), ambos para o ano de 2014 (BACEN, 2014a; BACEN, 2014b).

O investimento foi considerado nulo, uma vez que, o objetivo do estudo foi analisar a passagem de uma tecnologia numa propriedade consolidada, isto é, já existente.

### **Custo anual líquido da tecnologia de abatimento (pecuária em pastagem recuperada)**

A propriedade típica e o sistema de produção analisado para esta tecnologia foram os mesmos utilizados na tecnologia atual, entretanto, alguns coeficientes técnicos foram adaptados para uma pecuária mais tecnificada (Tabela 1). O método e as premissas para o cálculo do custo anual, receita, horizonte de tempo e a taxa de desconto também foram os mesmos utilizados para tecnologia atual. Apenas a taxa de juros e um custo adicional para o financiamento tiveram alterações.

Apesar da receita ser calculada da mesma forma, ela foi contabilizada no fluxo de caixa a partir do terceiro ano devido ao tempo de formação da pastagem e o período que o bezerro permanece no pasto até que fique com o peso ideal para o abate.

A taxa de juros utilizada foi da linha de crédito do Programa ABC, 5% a.a., com três anos de carência. Foi acrescido um valor (1% do total financiado) para despesa com projeto técnico para aquisição do financiamento via Programa ABC.

O investimento foi considerado nulo, uma vez que, o gasto com aquisição de maquinários e benfeitorias para recuperação da pastagem, numa área onde previamente era pasto, foi mínimo.

### **Emissões líquidas de GEE**

Para o cálculo das emissões líquidas de GEE foram considerados a variação de carbono na biomassa, a variação de estoque de carbono no solo [SOC]<sup>5</sup> e as atividades carbono intensivas para intensificação da pecuária (aumento na taxa de lotação e aplicação de fertilizante nitrogenado).

Na contabilidade das emissões por unidade animal foram levados em consideração os valores de fermentação entérica - metano [CH<sub>4</sub>] - e de dejetos, este, tanto na forma direta quanto na forma indireta, via volatilização e lixiviação - óxido nitroso [N<sub>2</sub>O]. Na aplicação de fertilizante nitrogenado [N-Fert] também foram consideradas as emissões diretas e indiretas de óxido nitroso.

Os coeficientes técnicos e os fatores de emissões para a pecuária de baixa tecnologia e em pastagem recuperada estão descritos na Tabela 2.

---

<sup>5</sup> SOC: "Soil Organic Carbon"

Tabela 2. Coeficientes técnicos e fatores de emissões de Gases de Efeito Estufa [GEE] na produção pecuária de baixa tecnologia e em pasto recuperado

Variável	Unidade	Baixa Tecnologia	Pasto Recuperado
Potencial de aquecimento <sup>(1)</sup> - CO <sub>2</sub>	-	1	1
Potencial de aquecimento - CH <sub>4</sub>	-	21	21
Potencial de aquecimento - N <sub>2</sub> O	-	310	310
Taxa de lotação	U.A. <sup>(5)</sup> ha <sup>-1</sup>	0,80	1,60
Emissão por unidade animal	tCO <sub>2</sub> e <sup>(6)</sup> U.A. <sup>-1(5)</sup> ano <sup>-1</sup>	1,87	1,87
Estoque de SOC <sup>(2)</sup>	tCO <sub>2</sub> e <sup>(6)</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	-4,87	3,79
Estoque de carbono na biomassa	tCO <sub>2</sub> e <sup>(6)</sup> ha <sup>-1</sup>	14,42	40,00
Fator de emissão do calcário	tCO <sub>2</sub> e <sup>(6)</sup> t <sup>-1</sup>	0,44	0,44
Fator de emissão do N-Fert <sup>(3,4)</sup>	tCO <sub>2</sub> e <sup>(6)</sup> t <sup>-1</sup>	6,45	6,45
Período	anos	10	10

Nota: <sup>(1)</sup> GWP: "Global Warming Potential"

<sup>(2)</sup> SOC: "Soil Organic Carbon"

<sup>(3)</sup> N-Fert: fertilizante nitrogenado

<sup>(4)</sup> Fertilizante fosfatado emite GEE apenas na fabricação e transporte (a montante), sendo assim, as emissões são contabilizadas nos setores indústria e energia. Já os nitrogenados, além das emissões na fabricação e transporte, geram emissão de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) após a aplicação - tanto na forma direta para atmosfera, quanto de forma indireta (volatilização e lixiviação), essas sim são contabilizadas para o setor de agropecuária (a jusante)

<sup>(5)</sup> U.A.: unidade animal, refere-se a um animal com 450kg de peso vivo

<sup>(6)</sup> tCO<sub>2</sub>e: tonelada de gás carbônico equivalente

Fonte: IPCC (2006); Observatório ABC (2013); Silva Neto et al. (2012); Harris et al. (2009); MCTI (2014)

## Resultados e Discussão

A análise desta seção foi feita em cinco partes. A primeira apresenta os custos de produção de pecuária comparando as duas tecnologias, a segunda, os valores dos custos anuais líquidos. Em seguida, as emissões líquidas de GEE e o custo marginal de abatimento e por fim o potencial da tecnologia.

### Custo de produção de pecuária comparando duas tecnologias

O custo de produção de pecuária de baixa tecnologia foi R\$ 780,76 por ha. Para o pecuarista produzir numa pastagem recuperada o custo foi de R\$ 1.344,39 por ha, 72,18% a mais quando comparado à tecnologia atual (Tabela 3). As principais diferenças entre os custos estão na aquisição de insumos agropecuários (fertilizantes nitrogenados e fosfatados) e na mão-de-obra (tratos animais), variação de 73,17% e 116,45%, respectivamente.

Para recuperação da pastagem foi necessário o acréscimo de 100 kg de Nitrogênio [N] e 50 kg de fósforo [P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>] por hectare, possibilitando um maior número de animal por unidade de área (Observatório ABC, 2013).

Conseqüentemente, os custos de manutenção (maior desgaste) e operações com máquinas (consumo de diesel) também apresentaram um aumento expressivo, 43,18% superior a baixa tecnologia.

O custo com as despesas administrativas, sendo em grande parte custos fixos, não demonstrou grande variação, o pequeno acréscimo foi motivado sobretudo pelo gasto com comercialização. Além disso, para que o produtor consiga o financiamento pelo Plano ABC foi adicionado um custo de projeto técnico requisitado pelos bancos para análise e liberação do crédito.

Tabela 3. Custo de produção de pecuária na região noroeste de Goiás em 2013 (R\$ ha<sup>-1</sup>) <sup>(1)</sup>

Variável	Baixa Tecnologia	Pasto Recuperado
Despesas Administrativas	7,88	8,27
Mão de Obra	44,21	95,70
Manutenção e Operações com Máquinas	28,06	40,18
Insumos Agropecuários	172,61	298,93
Insumos (Bezerros)	528,00	888,00
Projeto técnico para financiamento via Plano ABC	-	13,19
<b>Total</b>	<b>780,76</b>	<b>1.344,39</b>

Nota: <sup>(1)</sup> Todos os valores monetários estão em reais de 2013

Fonte: Adaptado de CEPEA (2013); CNA (2013)

### **Custo Anual Líquido (Valor Presente Líquido)**

A pecuária de baixa tecnologia apresentou um custo anual líquido de R\$ 1.225,90 por ha (Tabela 4). Quando o produtor passa para uma pecuária em pastagem recuperada o custo anual líquido, demonstrado pelo VPL, chega à R\$ 3.441,65 por ha (Tabela 4). Os anos de carência para o pagamento do financiamento e a maior receita devido ao aumento da quantidade de animal por hectare foram os principais fatores que impactaram no resultado da pecuária em pastagem recuperada.

Apesar do custo de produção da pecuária intensificada ser superior, a variação entre as receitas é ainda maior, 75,30% a mais quando comparado a baixa tecnologia. Devido a esses dois fatores o VPL da pecuária em pastagem recuperada já seria mais favorável quando comparado a pecuária de baixa tecnologia. Além disso, a taxa de juros do financiamento via programa ABC de 5,00% contra 6,50% da média do Plano safra 2014/15, favoreceu ainda mais os números desta tecnologia.

Tabela 4: Valor Presente Líquido [VPL] da pecuária de baixa tecnologia e em pastagem recuperada na região noroeste de Goiás em 2013

Variável	Unidade	Baixa Tecnologia	Pasto Recuperado
Custo Operacional	R\$ ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	780,76	1.344,39
Pagamento de Juros	R\$ ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	50,75	67,22
Receita	R\$ ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	989,69	1.734,96
Taxa de Juros	%	6,50	5,00
Taxa de Desconto	%	4,92	4,92
Carência	Anos	0	3
VPL	R\$ ha <sup>-1</sup>	1.225,90	3.441,65

Fonte: Resultados originais da pesquisa

### Emissões de Líquidas de GEE

A emissão líquida de GEE é resultado da diferença entre as emissões brutas e as remoções, sendo valores positivos emissões e valores negativos remoções. A pecuária de baixa tecnologia e em pasto recuperado proporcionaram emissões líquidas de 5,46 e -3,50 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Isto é, a adoção da tecnologia acarretaria numa remoção de 8,96 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Tabela 5).

A variação no estoque de carbono no solo e de biomassa foram os responsáveis para que, na passagem da tecnologia, apresentasse remoção de GEE. A emissão oriunda da variação de SOC passa de 4,75 para -3,79 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, já em relação à biomassa, varia de -1,44 a -4,00 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Os dois itens foram responsáveis pela remoção de 11,10 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Entretanto, com a recuperação da pastagem, houve possibilidade do aumento da taxa de lotação, e para que isso ocorresse, foi necessário a aplicação de fertilizante nitrogenado (Observatório ABC, 2013). Como esses fatores emitem GEE, a pecuária intensificada apresentou uma emissão superior à de baixa tecnologia em 2,14 tCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, nestes dois itens.

Apesar da aplicação de calcário emitir GEE (MCTI, 2014), as duas tecnologias apresentaram a mesma taxa de aplicação. Sendo assim, a variação de emissões entre a pecuária de baixa tecnologia e em pasto recuperado é nula.

Tabela 5. Emissões e remoções<sup>(1)</sup> de Gases de Efeito Estufa [GEE] na pecuária na região noroeste de Goiás em 2013

Variável	Baixa Tecnologia	Pasto Recuperado	Varição Entre as Tecnologias
	-----tCO <sub>2</sub> e ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> (2)-----		
Fermentação Entérica e Dejetos	1,49	2,99	1,49
Estoque de SOC <sup>(3)</sup>	4,75	-3,79	-8,54
Estoque de Biomassa	-1,44	-4,00	-2,56
Fertilizante Nitrogenado	0,00	0,65	0,65
Calcário	0,66	0,66	0,00
<b>Emissões Líquidas</b>	<b>5,46</b>	<b>-3,50</b>	<b>-8,96</b>

Nota: (1) Valores positivos: emissões; valores negativos: remoções

(2) tCO<sub>2</sub>e: tonelada de gás carbônico equivalente

(3) SOC: "Soil Organic Carbon"

Fonte: Resultados originais da pesquisa

### Custo Marginal de Abatimento

Para o cálculo do custo marginal de abatimento foram considerados os custos anuais líquidos e as emissões líquidas da pecuária de baixa tecnologia e em pastagem recuperada extrapoladas para 10 anos (período do Plano ABC).

O custo marginal de abatimento de emissões de gases de efeito estufa na recuperação de pastagem foi de - R\$ 24,72 por tCO<sub>2</sub>e. Isto significa que a cada uma tonelada de gás carbônico equivalente mitigado pela recuperação de pastagem, o produtor passa a ter uma receita líquida de R\$ 24,72 a mais do que se continuasse com uma pecuária de baixa tecnologia.

Mota et al. (2012) apresentaram ressalvas em relação aos custos marginais de abatimento negativos. Algumas estimativas de custos adicionais não triviais, heterogeneidade no sistema de produção e barreiras de implementações podem distorcer os valores dos custos, possibilitando interpretações equivocadas.

Considerando que o Brasil apresenta diversas formas de produção pecuária, diferentes graus de acesso à tecnologia e informação e dificuldade cultural do produtor em aceitar novas tecnologias, não foi possível assegurar que o valor apresentado no estudo represente o custo marginal de abatimento da pecuária intensificada no Brasil, como um todo.

A análise de sensibilidade (Tabela 5) mostra diversos custos de abatimentos de acordo com a variação dos VPL. Mesmo na pior condição, onde há uma redução de 30% no VPL da pecuária em pasto recuperado e um aumento de 30% na pecuária de baixa tecnologia, o custo de abatimento ainda é negativo.

Na análise de cenários (Tabela 6) é apresentado duas condições: pessimista e otimista. Na primeira, há aumento no custo de produção e na taxa de juros, além de redução na receita e no período de carência para pecuária em pastagem recuperada. Na segunda, as premissas são exatamente inversas as da primeira.

No cenário pessimista, o custo de abatimento passa a ser positivo, ou seja, o pecuarista passa a ter um custo para mitigar GEE. Já no otimista, o valor é mais negativo comparado ao referência<sup>6</sup>, ou seja, o produtor tem uma receita ainda maior ao mitigar GEE.

Apesar de não ter um valor exato, pode-se afirmar que a recuperação de pastagem está na direção da sustentabilidade ambiental e financeira.

Tabela 5. Análise de sensibilidade de custos de abatimento de acordo com a variação do Valor Presente Líquido [VPL]

	70% CALa	80% CALa	90% CALa	CALa <sup>(2)</sup>	110% CALa	120% CALa	130% CALa
70% CALb	-17,30	-21,14	-24,98	-28,82	-32,66	-36,50	-40,34
80% CALb	-15,94	-19,78	-23,62	-27,46	-31,30	-35,14	-38,98
900% CALb	-14,57	-18,41	-22,25	-26,09	-29,93	-33,77	-37,61
CALb <sup>(1)</sup>	-13,20	-17,04	-20,88	-24,72	-28,56	-32,40	-36,24
110% CALb	-11,83	-15,67	-19,51	-23,35	-27,19	-31,03	-34,87
120% CALb	-10,47	-14,31	-18,15	-21,99	-25,82	-29,66	-33,50
130% CALb	-09,10	-12,94	-16,78	-20,62	-24,46	-28,30	-32,14

Nota: <sup>(1)</sup> CALb: Custo anual líquido da tecnologia atual: VPL da pecuária de baixa tecnologia.

<sup>(2)</sup> CALa: Custo anual líquido da tecnologia de abatimento: VPL de pecuária em pastagem recuperada

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Tabela 6. Análise de cenários pessimista e otimista de acordo com as diferentes premissas

Premissas <sup>(1)</sup>	Pessimista	BAU <sup>(2)</sup>	Otimista
Custo de Produção (R\$ ha <sup>-1</sup> )	110% BAU	1.344,39	90% BAU
Receita (R\$ ha <sup>-1</sup> )	90% BAU	1.734,96	110% BAU
Carência (anos)	2	3	4
Taxa de juros (%)	110% BAU	5,0	90% BAU
CMA (R\$ tCO <sub>2</sub> e <sup>-1</sup> )	13,58	-24,72	-59,17

Nota: <sup>(1)</sup> Para análise de cenários as variações das premissas foram aplicadas apenas na construção do VPL da pecuária em pastagem recuperada.

<sup>(2)</sup> BAU: "Business As Usual" (Execução Normal das Operações)

Fonte: Resultados originais da pesquisa

<sup>6</sup> Custo marginal de abatimento negativo significa que a tecnologia utilizada para mitigação de GEE tem um retorno financeiro acima da tecnologia atual

### **Potencial da Tecnologia**

Estima-se que o Brasil possui cerca de 60 milhões de hectares de pastagem degradada (Observatório ABC, 2013). Isso poderia proporcionar uma mitigação superior à 530 milhões de tCO<sub>2</sub>e e um resultado financeiro de aproximadamente 13 bilhões de reais. Entretanto, apesar do grande potencial que a recuperação de pastagem apresenta, o país não utiliza de toda capacidade que esta tecnologia pode proporcionar. O Plano ABC, o qual fomenta a recuperação de pastagem, contempla apenas 15 milhões de hectares, 25% da área total de pastagem degradada.

O Plano Agrícola e Pecuário 2014/2015 (MAPA, 2014) disponibilizou R\$ 156,1 bilhões para financiamento rural, dos quais, R\$ 112 bilhões destinados ao custeio e comercialização e R\$ 44,1 bilhões à investimento. Para a linha de financiamento da agricultura de baixa emissão de carbono foram destinados apenas R\$ 4,5 bilhões, menos de 3% do total disponibilizado.

Mesmo com uma pequena parcela oferecida para o Plano ABC, na safra 2013/2014 (até abr. 2014) foram desembolsados R\$ 2,4 bilhões, 53% do total destinado ao programa. Essa falta de adesão ao programa pode ser justificada pela taxa de juros (5,0%) que ficou pouco atrativa frente à outras linhas, como Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural [PRONAMP] (4,5%) e alto grau de burocratização para liberação do crédito (Observatório ABC, 2014). Além disso, a falta de acesso a informação e a estrutura fundiária do país também dificulta a adesão no programa nas regiões onde a área de pastagem degradada foi muito extensa (Norte e Nordeste). Estas regiões tiveram apenas 21% dos contratos realizados na safra 2013/2014 (até abril), R\$ 450,1 milhões.

Para sanar ou ao menos auxiliar os produtores com os empecilhos para liberação do crédito, o governo propôs uma revisão do Plano ABC. Essas mudanças contemplam, dentre outras medidas, uma reavaliação das exigências para a tomada de crédito, com objetivo de reduzir a burocracia e o tempo de avaliação dos projetos e desenvolver medidas para aumentar a adesão em regiões onde possa proporcionar maiores ganhos na mitigação de GEE - locais com áreas extensas de pastagem degradada (Observatório ABC, 2015).

### **Conclusões**

O custo marginal de abatimento de GEE na recuperação de pastagem, R\$ 24,72/tCO<sub>2</sub>e, demonstra que, com esta tecnologia é possível expandir a produção de alimento com responsabilidade ambiental e com ganhos econômicos.

A intensificação da pecuária via recuperação de pastagem demonstra uma prática que permite a expansão da produção de alimento de forma sustentável. O governo brasileiro já oferece aos pecuaristas mecanismos para facilitar a adoção dessa prática, entretanto, para que se possa usufruir de forma mais efetiva o potencial dessa tecnologia, ainda deve-se colocar esforços para minimizar os empecilhos enfrentados pelos produtores.

### **Agradecimentos**

Agradeço a equipe Agroicone e CEPEA (em particular o time de pecuária).

### **Referências**

Alexandratos, N.; Bruinsma J. 2012. World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision. ESA Working Paper No. 12-03. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Disponível em:

<<http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>>. Acesso em: jan. 2015.

Banco Central do Brasil [BACEN]. 2014a. Histórico das taxas de juros. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?COPOMJUROS>>. Acesso em: jan. 2015.

Banco Central do Brasil [BACEN]. 2014b. Histórico de Metas para a Inflação no Brasil. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/Pec/metas/TabelaMetaseResultados.pdf>>. Acesso em: jan. 2015.

Barbosa, M.M.T.L.; Santana, C.A.M. 2012. Desafios para o futuro da produção sustentável de alimentos. *Parcerias Estratégicas* 17(35): 55-74. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/678/622](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/678/622)>. Acesso em: jan. 2015.

BRASIL. 2009. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC. *Diário Oficial da União*, Brasília, 29 dez. 2009.

BRASIL. 2010. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6o, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009. *Diário Oficial da União*, Brasília, 10 dez. 2010.

BRASIL. 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. *Diário Oficial da União*, Brasília, 25 maio 2012.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [CEPEA]. 2013. Indicadores de preços. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: jan. 2015

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil [CNA]. 2013. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/>>. Acesso em: jan. 2015

Feuz, D.M.; Skold, M.D. 1991. Typical farm theory in agricultural research. *Journal of Sustainable Agriculture* 2(3): 43-58.

Gouvello, C.; Britaldo, S.S.F.; Nassar, A.; Schaeffer, R.; Alves, F.J.; Alves, J.W.S. 2010. Estudo de Baixo Carbono para o Brasil. Washington DC. Banco Mundial. Disponível em: <[http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/LowCarbon\\_Fulldoc.pdf](http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/LowCarbon_Fulldoc.pdf)>. Acesso em: jan. 2015

Harris, N.; Grimland, S.; Brown, S. 2009. Land Use Change and Emission Factors: Updates since the RFS Proposed Rule. Report to EPA. Winrock International

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>>. Acesso em: jan. 2015.

Matsunaga, M.; Bemelmans, P.F.; Toledo, P.E.N.; Dullely, R.D.; Okawa, H.; Pedroso, I.A. 1976. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. Agricultura em São Paulo 23: 123-139.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [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). Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/download.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/download.pdf)>. Acesso em: jan. 2015.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA]. 2014. Plano Agrícola e Pecuário 2014/2015. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/PAP%20apresentacao.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PAP%20apresentacao.pdf)>. Acesso em: jan. 2015.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação [MCTI]. 2014. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0235/235580.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf)>. Acesso em: jan. 2015.

Ministério do Meio Ambiente [MMA]. 2004. Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal [PPCDAm]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas/control-e-preven%C3%A7%C3%A3o-do-desmatamento/plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-para-amaz%C3%B4nia-ppcdam>>. Acesso em: jan. 2015.

Ministério do Meio Ambiente [MMA]. 2010. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado [PPCerrado]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas/control-e-preven%C3%A7%C3%A3o-do-desmatamento/plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-para-cerrado-%E2%80%93-ppcerrado>>. Acesso em: jan. 2015.

Mota, R.S.; Couto, L.C.; Castro, L. 2012. Curvas de custos marginais de abatimento de gases de efeito estufa no brasil: resenha e oportunidades de mitigação. IPEA. Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1781.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1781.pdf)>. Acesso em: jan. 2015.

Nassar, A.M; Harfuch, L.; Moreira, M.M.R.; Bachion, L.C.; Antoniazzi, L.B.; Lima, R.C. 2011. Simulating Land Use and Agriculture Expansion in Brazil: Food, Energy, Agro-industrial and Environmental Impacts. Relatório Científico Final. Disponível em: <[http://www.iconebrasil.com.br/datafiles/publicacoes/artigos/2002/simulating\\_land\\_use\\_and\\_agriculture\\_expansion\\_in\\_brazil\\_0902.pdf](http://www.iconebrasil.com.br/datafiles/publicacoes/artigos/2002/simulating_land_use_and_agriculture_expansion_in_brazil_0902.pdf)>. Acesso em: jan. 2015.

Observatório ABC. 2013. Agricultura de Baixa Emissão de Carbono: A evolução de um novo paradigma. Disponível em: <[http://gvces.com.br/arquivos/275/abc\\_novoparadigma\\_completo.pdf](http://gvces.com.br/arquivos/275/abc_novoparadigma_completo.pdf)>. Acesso em: jan. 2015.

Observatório ABC. 2014. Análise dos Desembolsos do Programa ABC - Safra 2013/2014 (até abril). Disponível em: <[https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos\\_gvces/arquivos/289/ABC\\_DO\\_CLIMA\\_VOL\\_4\\_EM\\_SIMPLES.pdf](https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_gvces/arquivos/289/ABC_DO_CLIMA_VOL_4_EM_SIMPLES.pdf)>. Acesso em: jan. 2015.

Observatório ABC. 2015. Proposta para revisão do Plano ABC. Disponível em: <[https://s3.amazonaws.com/arquivos2.gvces.com.br/publicacoes/original/proposta-de\\_revisao-do-plano-abc-jan15-consulta.pdf](https://s3.amazonaws.com/arquivos2.gvces.com.br/publicacoes/original/proposta-de_revisao-do-plano-abc-jan15-consulta.pdf)>. Acesso em: jan. 2015.

Rovere, E.L.; Dubeux, C.B.S.; Junior, A.O.P.; Medeiros, A.; Carloni, F.B.; Turano, P.; Aragão, R.; Solari, R.; Wills, W.; Hashimura, L.; Burgi, A.S.; Fiorini, A.C. 2011. Estudo comparativo entre três cenários de emissão de gases de efeito estufa no Brasil e uma análise de custo-benefício. Projeto BRA/00/020 – Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental-SQA. Disponível em: <[http://www.lima.coppe.ufrj.br/includes/pages/clipping/PNUD\\_Produto\\_5.1.pdf](http://www.lima.coppe.ufrj.br/includes/pages/clipping/PNUD_Produto_5.1.pdf)>. Acesso em: jan. 2015.

Silva Neto, S.P.; Santos, A.C.; Lima Leite, R.L; Dim, V.P.; Neves Neto, D.N.; Da Cruz, R.S. 2012. Dependência espacial em levantamentos do estoque de carbono em áreas de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Act Amazonica 42:54-556.

Toledo, B. 2012. Plataforma Empresa pelo Clima – Iniciativa GVces. Workshop sobre Curvas de Custo Marginal de Abatimento [MACC]. Disponível em: <<http://www.empresaspeloclima.com.br/workshop-explica-curvas-de-custo-marginal-de-abatimento-de-emissoes-2?locale=pt-br>>. Acesso em: jan. 2015.

United States Department of Agriculture [USDA]. 2014. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Disponível em: <<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>>. Acesso em: jan. 2015.