

# **Integrando o custo ambiental do metano (CH<sub>4</sub>) e os créditos de carbono (CERs) em análise de investimento agrícola, um estudo no cerrado brasileiro**

**Cleci Grzebieluckas** (UNEMAT) - cleci@unemat.br

**Lucila Maria de Souza Campos** (UFSC) - lucila@deps.ufsc.br

**Antonio Cezar Bornia** (UFSC) - cezar@inf.ufsc.br

**Paulo Mauricio Selig** (UFSC) - selig@egc.ufsc.br

## **Resumo:**

*O objetivo do estudo foi fazer uma análise de investimento do plantio de mangaba e da pecuária leiteira, incluindo na análise, o custo ambiental do metano e os créditos de carbono das plantas. A pesquisa foi realizada em duas propriedades agrícolas, uma que tem como principal cultura o plantio de frutos nativos do cerrado e outra de pecuária leiteira, ambas do município de Arenópolis Estado de Goiás. O horizonte temporal da pesquisa foi de 10 anos e as técnicas utilizadas foram Valor Presente Líquido – VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR e Análise Custo Benefício – ACB. As duas atividades se apresentaram economicamente viáveis por apresentarem taxas internas de retornos superiores às determinadas pelo estudo que foi de 10%. O VPL da mangaba foi R\$58.040/ha e da pecuária leiteira foi de R\$7.355. A incorporação dos créditos de carbono das plantas frutíferas na análise proporcionou um incremento de 0,65% no VPL para cada hectare de mangaba plantado. Na análise com a pecuária leiteira, a inclusão do custo ambiental do metano (CH<sub>4</sub>) gerou uma redução de 10,60%/ha no VPL.*

**Palavras-chave:** Viabilidade econômica; Agricultura tradicional versus sustentável; carbono

**Área temática:** Gestão de Custos nas Empresas Agropecuárias e Agronegócios

## **Integrando o custo ambiental do Metano (CH<sub>4</sub>) e os Créditos de Carbono (CER's) em análise de investimento agrícola, um estudo no cerrado brasileiro**

### **Resumo**

O objetivo do estudo foi fazer uma análise de investimento do plantio de mangaba e da pecuária leiteira, incluindo na análise, o custo ambiental do metano e os créditos de carbono das plantas. A pesquisa foi realizada em duas propriedades agrícolas, uma que tem como principal cultura o plantio de frutos nativos do cerrado e outra de pecuária leiteira, ambas do município de Arenópolis Estado de Goiás. O horizonte temporal da pesquisa foi de 10 anos e as técnicas utilizadas foram Valor Presente Líquido – VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR e Análise Custo Benefício – ACB. As duas atividades se apresentaram economicamente viáveis por apresentarem taxas internas de retornos superiores às determinadas pelo estudo que foi de 10%. O VPL da mangaba foi R\$58.040/ha e da pecuária leiteira foi de R\$7.355. A incorporação dos créditos de carbono das plantas frutíferas na análise proporcionou um incremento de 0,65% no VPL para cada hectare de mangaba plantado. Na análise com a pecuária leiteira, a inclusão do custo ambiental do metano (CH<sub>4</sub>) gerou uma redução de 10,60%/ha no VPL.

Palavra-chave: Viabilidade econômica; Agricultura tradicional *versus* sustentável; carbono

Área Temática: Sustentabilidade

### **1 Introdução**

As florestas fornecem uma ampla variedade de serviços ambientais, incluindo o sequestro de carbono, a conservação da biodiversidade, a proteção de bacias hidrográficas, o paisagismo entre outros (COSTANZA *et al.*, 1997; FEARNside, 1997; GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; SERÔA DA MOTTA, 2002). O setor agrícola é o maior usuário e administrador dos recursos naturais mundial, e a produção pecuária, como qualquer outra atividade produtiva gera um custo ambiental (FAO, 2009), pois constitui uma fonte importante de metano (CH<sub>4</sub>) segundo maior gás de efeito estufa (GEE) no mundo (IPCC, 2007).

Em 1750 a concentração de CH<sub>4</sub> na atmosfera era 700 ppbv (partes por bilhão em volume), em 1998 essa concentração atingiu 1745 ppbv, isto é, uma evolução de 149% (IPCC, 2007). A FAO (2009) descreve que como o setor pecuário muitas vezes está associado às distorções normativas e a ineficácia do mercado, este exerce uma pressão sobre o meio ambiente com frequência desproporcional em relação a sua importância econômica, uma vez que o gado gera menos de 2% do Produto Interno Bruto - PIB mundial, porém produz 18% das emissões de gases de efeito estufa.

Diante do crescimento dos GEEs surge o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (*Clean Development Mechanism – CDM*), organismo que permite a certificação de projetos de redução de emissões nos países em desenvolvimento e a posterior venda das reduções certificadas de emissões - RCEs, para serem utilizadas pelos países desenvolvidos como modo suplementar para cumprirem suas metas (MCT, 2010).

Atualmente existem 6.330 projetos no âmbito do MDL no mundo, e o Brasil ocupa a terceira posição (7%) neste ranking, perdendo apenas pela China com 38% e Índia 27 %. Em 2009 estes projetos geraram para o Brasil uma receita média de US\$ 476,5 milhões ocupando

a décima sétima posição das exportações brasileiras dos setores industriais (CANTORCO2E, 2010). Porém, dos 453 projetos de MDL existentes no Brasil, apenas dois são na área de reflorestamento, assinalando, portanto, um mercado potencial nesta área. Serôa da Motta *et al* (2000) descrevem que MDL tem dois objetivos: diminuir o custo global de redução de emissões de GEEs lançados na atmosfera e, ao mesmo tempo, apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento.

Liang (2002) descreve que o manejo da biodiversidade e paisagens agrícolas tem recebido um crescente reconhecimento e atenção. No entanto, a compreensão e o apoio de que os agricultores e as comunidades podem ajudar a manter e aumentar a biodiversidade mesmo em áreas intensamente cultivadas é limitado. A maioria dos fundos para a conservação da biodiversidade é usado para apoiar a criação de expansão das áreas protegidas. Contudo, existe uma forte procura a nível local, nacional e internacional para modelos participativos de gestão da biodiversidade em ecossistemas agrícolas que adotam a biodiversidade para a subsistência dos agricultores. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo fazer uma análise de investimento agrícola da pecuária leiteira e da cultura da mangaba na forma de plantio, incluindo na análise o custo ambiental do metano e os créditos de carbono das plantas da mangaba. Tendo em vista que a cultura da mangaba no sistema de plantio encontra-se em fase embrionária e gera uma série de questionamento como, por exemplo, custos de produção, potencial produtivo, tempo necessário para obtenção das primeiras colheitas e, sobretudo o retorno econômico gerado. E também porque vem apresentando grande potencial de mercado no segmento de frutas (ARAUJO *et al*, 2003). Os tópicos a seguir tratam da cultura da mangaba e do metano entérico de bovinos.

## 2 A cultura da mangaba

A palavra mangaba é de origem indígena e significa “coisa boa de comer” (SOARES *et al*, 2006). Pertence à família *Apocynaceae* e leva nomes populares como, mangaba, mangabeirado-norte e fruta-de-doente. Ocorre em áreas de Caatinga e Cerrado. Sua floração acontece de agosto a novembro com pico em outubro. A frutificação pode ocorrer em qualquer época do ano principalmente de julho a outubro ou de janeiro a abril (ALMEIDA *et al.*, 1998; AGUIAR FILHO; BOSCO; ARAÚJO, 2010). Os frutos são comercializados *inatura* ou em forma de doces, sucos, sorvetes picolés, polpas, xaropes, compotas, geléias, vinho, vinagres etc. (SILVA, *et al.*, 2001; AGUIAR FILHO *et al.*, 2010). Outras partes da planta são utilizadas também na medicina popular. A casca, por exemplo, possui propriedades adstringentes e o látex é empregado contra a tuberculose, úlceras, herpes, dermatoses e verrugas. O chá da folha é usado para cólica menstrual e, o decocto da raiz, para tratar luxações e hipertensão. A árvore é ainda, melífera e ornamental (SOARES *et al*, 2006). A árvore é hermafrodita medindo até 7 metros de altura (ALMEIDA *et al.*, 1998).

Apesar de sua importância, a cultura da mangaba ainda continua sendo mantida no habitat natural e sua exploração é feita de modo extrativista. As áreas em que se pratica o cultivo tecnificado, são quase inexistentes, e o volume de frutas que chega ao mercado é menor que a demanda, e por este motivo o preço é alto. No Nordeste, durante o pico da safra, o quilo da fruta custa em torno de R\$ 0,50 e, quando a safra diminui, o preço chega a R\$ 1,50 (para o produtor) (SOARES *et al*, 2006). Essa afirmação é comprovada pelo IBGE (2008) que em 1996 divulgou uma produção de 1.364 toneladas, porém em 2008 foram produzidas no Brasil 711 toneladas de mangaba, 76% da produção nacional ficou concentrada nos estados de Sergipe com 56% e na Bahia com 20%, ou seja, uma redução de quase 50%.

Segundo informações de Soares *et al* (2006), o plantio da mangaba deve ser realizado no início da estação chuvosa, com o espaçamento variando de 6 X 4 m a 6 X 5 m. A mangabeira

inicia sua produção entre o terceiro e o quinto ano após o plantio, e, dependendo das condições do clima, solo e do manejo adotado, pode proporcionar produtividades de até 12 toneladas por hectare. Já no estudo de Aguiar Filho *et al* (2010) em um plantio de mangaba feito no espaçamento de 7 X 7 (204 plantas/ha), no quarto ano, o rendimento médio foi de 700 kg/ha/ano, porém, segundo os autores para o quinto, sexto e sétimo anos de idade, registraram-se produções de 1.700 kg, 3.600 kg e 10.000 kg/ha, respectivamente.

Aguiar Filho *et al* (2010) descrevem que pelo fato de a planta aos sete anos apresentar porte médio situado entre 4 e 5m e considerável volume de área foliar, pressupõe-se que tenha atingido o estágio adulto. Contudo, isto não implica, necessariamente, que a planta tenha estabilizado a produção, todavia, é um indicativo consistente de que, a partir desse momento, a cultura alcance sua viabilidade econômica. Como é comum a toda frutífera perene, espera-se que a estabilização da produção da mangabeira ocorra no décimo ano com rendimento médio de 100 kg/planta e produtividade 20,4 t/ha/ano. A figura 1 apresenta uma árvore de mangaba adulta e nativa, e a figura 2 uma árvore de mangaba com quatro anos de plantio.



Fonte: <http://www.biologo.com.br/plantas/cerrado/Mangaba.html>  
Figura 1: Planta de mangaba nativa



Fonte: Dados da pesquisa  
Figura 2: Planta de mangaba no sistema de plantio

Soares *et al* (2006) relatam que a mangabeira costuma crescer pendida (Figura 1) devido à ação do vento e emitir grande quantidade de ramos laterais, muitos deles juntos ao solo, por isso é necessário escorar a planta no lado oposto à incidência destes ventos, e realizar podas regulares.

### 3 Metano entérico de bovinos

As concentrações atmosféricas mundiais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) têm aumentado notavelmente devido ao efeito das atividades humanas desde 1750. Atualmente as concentrações são muito superiores aos valores pré-industriais, determinados a partir de núcleos de gelo que abarcam muitos milênios. A variação das concentrações desses gases de efeito estufa, dos aerossóis, as mudanças na cobertura do solo e a radiação solar afetam o equilíbrio energético do sistema climático (IPCC, 2007).

O metano (CH<sub>4</sub>) possui potencial de aquecimento global (*Global Warming Potential* – GWP) 23 vezes maior do que o dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, (principal responsável pelo efeito estufa). Isto equivale dizer que, emitir 1 kg de CH<sub>4</sub> tem o mesmo efeito que emitir 23 kg de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Tendo em vista que 1 kg de carbono equivale a 3,67 kg de CO<sub>2</sub>, (IPCC, 2006; RÜGNITZ; CHACÓN; PORRO, 2009), por definição, 1 kg de CO<sub>2</sub> vale 0,2727 kg de carbono. Signorini (2007) aponta que esses dados são importantes economicamente, pois, suponha que uma tonelada de carbono equivalente vale 1.000,00 dólares no mercado de carbono, a mitigação de uma tonelada de CO<sub>2</sub> vale 273,00 dólares, e a mitigação de uma

tonelada de metano vale 6.270,00 dólares e assim por diante, sempre levando em conta o potencial de GWP de cada gás. A tabela 1 apresenta o potencial de GWP, relativo ao CO<sub>2</sub> dos principais gases de efeito estufa para um período de 100 anos, bem como o carbono equivalente.

Tabela 1: GWP relativo ao CO<sub>2</sub> para um período de 100 anos e o carbono equivalente

| GEEs                                      | GWP relativo/CO <sub>2</sub> (100 anos) | Carbono equivalente (t) |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
| Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>        | 1                                       | 0,272                   |
| Metano CH <sub>4</sub>                    | 23                                      | 6,27                    |
| Oxido Nitroso N <sub>2</sub> O            | 296                                     | 80,50                   |
| Perfluorcarbonos PFC                      | 14.900                                  | 4,053                   |
| Hidrofluorcarbono HFC                     | 12.000                                  | 3,264                   |
| Hexafluoretode enxofre (SF <sub>6</sub> ) | 22.200                                  | 6,038                   |

Fonte: Adaptado de IPCC (2006); Signorini (2007); Rüginitz *et al* (2009)

Embora o CO<sub>2</sub> possui GWP 1, este representa 74% do total das emissões mundiais sendo 56,6% provocado pela queima de combustíveis fósseis e 17,3% pelo desmatamento e degradação da biomassa (IPCC, 2007). Já o CH<sub>4</sub>, mais da metade deste é gerado pela utilização de combustíveis fósseis, criação de gado, cultivo de arroz e lixões (IPCC, 2007). O IPCC (2006) aponta que os bovinos constituem uma fonte importante de CH<sub>4</sub> em muitos países devido a grande população e a alta taxa de emissões provocada pelos seus sistema digestivo ruminante. Este sistema é denominado de fermentação entérica, processo digestivo pelo qual os micro-organismos decompõem os carboidratos em moléculas simples para a absorção do fluxo sanguíneo. A quantidade de metano liberada depende do tipo de trato digestivo, idade e peso do animal, bem como a qualidade e quantidade de alimento consumido (IPCC, 2006). No Brasil a maior parte do CH<sub>4</sub> é proveniente da fermentação entérica bovina, em 1990 representava 64% e em 2005 61% (MCT, 2009). Nos Estados Unidos a fermentação entérica bovina teve uma evolução de 6% no período de 1990 a 2008 e esta é responsável por 73% do CH<sub>4</sub>, este oriundo principalmente pelo gado de corte e em segundo lugar pelo gado leiteiro (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2010). Dados do IPCC (2006) apontam que cada vaca da América Latina emite 63 kg de metano por ano, a maioria do gado desse continente é tratada com pastagens. A tabela 2 apresenta as emissões de CH<sub>4</sub>, o tipo de alimentação e a produção de leite por vaca de oito continentes.

Tabela 2: Níveis médios de metano (CH<sub>4</sub>) e produção leiteira em oito continentes

| Continentes/Alimentação                        | Kg de CH <sub>4</sub> / cabeça/ ano |     | Kg de leite cabeça/ano |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|-----|------------------------|
| América do norte<br>Forragem e grãos           | Vacas                               | 121 | 8.400                  |
|                                                | Outros                              | 53  |                        |
| Europa Ocidental<br>Forragem e grãos           | Vacas                               | 109 | 6.000                  |
|                                                | Outros                              | 57  |                        |
| Europa Oriental<br>Forragem                    | Vacas                               | 89  | 2.550                  |
|                                                | Outros                              | 58  |                        |
| Oceania<br>Pastagem                            | Vacas                               | 81  | 2.200                  |
|                                                | Outros                              | 60  |                        |
| América Latina<br>Pastagem                     | Vacas                               | 63  | 800                    |
|                                                | Outros                              | 56  |                        |
| Ásia<br>Pastagem                               | Vacas                               | 61  | 1.650                  |
|                                                | Outros                              | 47  |                        |
| África e Oriente Médio<br>Pastagem             | Vacas                               | 40  | 475                    |
|                                                | Outros                              | 31  |                        |
| Subcontinente Indiano<br>Subprodutos agrícolas | Vacas                               | 51  | 900                    |
|                                                | Outros                              | 27  |                        |

Fonte: IPCC (2006)

Primavesi *et al* (2004) mediram as emissões de CH<sub>4</sub> de vacas em lactação, secas, e novilhas tratadas com pastagem de capim-tobiatã e capim-braquiária, com e sem adubo. As raças estudadas foram Holandesa Preto e Branco e Holandesa x Zebu. A produção média foi respectivamente 22,7 e 13,3 litros/leite/dia. O peso vivo dos animais em lactação da raça Holandesa foi de 572 e para Holandesa x Zebu 435. As vacas holandesas em lactação, secas e novilhas tratadas com pastagem adubada receberam respectivamente 16,12 e 10 kg de massa seca/dia, já outro grupo de novilhas recebeu 9 kg de massa seca/dia, porém sem adubo. As vacas Holandesas x Zebu foram tratadas nos mesmos moldes de pastagem e receberam 11 de massa seca/dia tanto as lactantes quanto as secas e 8 tanto as novilhas com pastagem adubada quanto às sem adubo.

O CH<sub>4</sub> emitido pelas vacas lactantes, secas e novilhas com e sem adubo da raça holandesa foi respectivamente de 147, 101, 81 e 72 kg/ano. Enquanto as Holandesas x Zebu emitiram respectivamente 121, 107, 83 e 66 kg/ano. Porém, houve diferença significativa na emissão de CH<sub>4</sub>, expressa em porcentagem de energia digestível em kg de matéria seca digestiva ingerida, entre vacas em lactação das duas raças. Segundo o estudo, as vacas holandesas, com maior potencial de produção, conseguem distribuir melhor a carga de CH<sub>4</sub> por unidade de produto gerado. A conclusão do estudo foi que o CH<sub>4</sub> das vacas em lactação está acima dos valores médios das ocorrentes na América do Norte (121) (Tabela 2), e que os animais zebuínos podem gerar mais CH<sub>4</sub> do que bovinos de sangue europeu (PRIMAVESI *et al*, 2004).

#### 4 Material e métodos

Esta pesquisa é de natureza quantitativa descritiva e partiu de duas fontes, primária e secundária. A primária foi com base em pesquisa de campo com entrevistas e roteiros estruturados, e a secundária em documentos fiscais, planilhas de custos do CONSELEITE-SC - Conselho Paritário Produtores Rurais e Industriais de Leite do Estado de Santa Catarina (2010), Rennó *et al* (2008), IPCC (2006) e sites da área. Foram entrevistados um agricultor, proprietário do Sítio Frutos do Cerrado e dois pecuaristas leiteiros, doravante denominadas de A e B, todos do município de Arenópolis, Estado de Goiás. Realizou-se três visitas, uma para conhecer o plantio de frutos nativos do cerrado, outra para acompanhar a colheita dos frutos e outra para fazer as entrevistas e tirar as medidas das plantas para o cálculo do carbono.

O Sítio Frutos do Cerrado possui mais de cem espécies de frutas plantadas, a maioria, nativas do cerrado e cultiva 5 hectares de terra. A propriedade A possui área de 24 hectares com 46 vacas leiteiras, o equivalente a 1,9 vacas por hectare. Tira em média 300 litros/dia (6,52 litros/vaca/dia). O tempo médio de lactação é de 300 dias. A propriedade B possui 20 hectares de terra, 35 vacas ordenhadas (1,75 vacas/ha), tira em média 450 litros por dia (12,86 litros de leite/vaca/dia) e também com tempo médio de lactação de 300 dias. Portanto, para análise comparativa, utilizou-se o estrato de 200 a 500 litros/dia da FAEG (2009). O estudo teve o apoio logístico da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SEAGRO-GO. A análise da viabilidade econômica das atividades foi realizada por meio das técnicas de análise Taxa Interna de Retorno - TIR, Valor Presente Líquido – VPL e Análise Custo Benefício – ACB. Na análise econômica feita com a mangaba foi incluída a receita simulada dos CERs, e na análise com a pecuária leiteira foi incluído o custo ambiental do CH<sub>4</sub>. O levantamento dos custos e receitas foi feito com base em cinco hectares para cada cultura, porém, os fluxos de caixa e as análises foram com base em um hectare de terra. O horizonte temporal da análise foi de 10 tal qual Silva (2005) Castro *et al* (2005) e Werner (2007).

O plantio de mudas da mangaba conta com o apoio e a parceria da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário. Por se tratar de uma atividade recente na região, serve também de fonte de pesquisa para alunos, universidades e demais pesquisadores. Quanto à atividade leiteira, em 2009, a Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás – FAEG fez uma pesquisa com o objetivo de diagnosticar a cadeia produtiva do leite no estado de Goiás. A produção média das propriedades que venderam entre 200 a 500 litros de leite/vaca/dia foi de 6,10 litros/vaca/dia, o resultado econômico líquido dessas propriedades foi de R\$73,73 negativo (FAEG, 2009).

A pesquisa da FAEG (2009) mostrou que 68,5% dos produtores de leite entrevistados tinham interesse em melhorar a tecnologia e aumentar a produção de leite. Esse interesse também foi identificado nas entrevistas com os produtores de leite que fizeram parte desta pesquisa. Segundo eles, havia a necessidade de se avaliar o resultado econômico com um sistema de pecuária leiteira mais tecnificado e plantel elitizado. Nas visitas a campo, percebeu-se também que os pecuaristas tinham interesse e diversificar mais suas propriedades plantando frutos já que a gastronomia goiana se destaca pelo consumo de frutos nativos do cerrado, seja na forma de sorvetes, picolés ou sucos (AVIDOS; FERREIRA, 2000) e também porque os frutos nativos assinalam um mercado potencial (SOARES et al, 2009).

Diante deste interesse, foi necessário simular um novo modelo de produção leiteira a fim de avaliar a viabilidade econômica e compará-la com a produção da mangaba. Este novo modelo foi adaptado com base no estudo de Rennó *et al* (2008) e do CONSELEITE (2010), onde foi simulada uma ocupação média de 4 vacas por hectare, Raça Holandesa, produção média de 20 litros/leite/vaca/dia, e um período de lactação de 305. Para a pastagem foi utilizada a braquiária como volumoso exclusivo no período das águas (outubro a março) e suplementação com silagem de cana-de-açúcar na época das secas (abril a setembro) (RENNÓ *et al.*, 2008). Um hectare foi utilizado no plantio de cana-de-açúcar para a formação de silagem.

Para o cálculo da biomassa e posteriormente o carbono das plantas foi utilizada a equação alométrica (Equação 1) testada por Guarino e Medeiros (2005) no Cerrado *sensu stricto* e Campo Sujo na Região de Corumbá IV – GO, de acordo com a seguinte equação:

$$\ln PF = -2.845 + 1.138 \ln DA30^2 * H_{total}$$

Onde:

Ln = Logaritmo natural

PF = Peso fresco em kg ou biomassa (Equação 1)

DA30 = Diâmetro a 30 cm do solo

HT = Altura total

Exp = Elevada a potência de

Foram medidas a altura (HT) e a circunferência (CA) de 38 pés de mangaba com quatro anos de idade. Depois de obtidas estas medidas o próximo passo foi calcular o DA30 (diâmetro a 30 cm do solo), isto é, divide-se a CA da planta pelo  $\pi = 3,14$  através da fórmula:  $DA30 = CA / \pi$ .

Após esses cálculos, aplicou-se a equação 1 para se obter a quantidade de massa fresca das plantas. Da massa fresca extrai-se a água, restando somente a massa seca da planta, e, a partir da massa seca calcula-se o carbono das plantas (MACDICKEN, 1997; VELASCO; HIGUCHI, 2008). A estimativa do carbono utilizou o fator de conversão igual a 0,5 sobre a massa seca sugerido pelo IPCC (2003), e posteriormente foi calculado o carbono equivalente conforme apresentado no quadro 1

| Gases                                 | Potencial poluidor (PP) | Carbono equivalente (Ceq) |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) | 1                       | (1/3,67) = 0,273 kg       |
| Metano (CH <sub>4</sub> )             | 23                      | (1/3,67) x 23= 6,267 kg   |
| IPCC (2007)                           |                         |                           |

Quadro 1: Gases de efeito estufa, potencial poluidor e carbono equivalente

Quanto aos preços da tonelada de carbono, no dia 26 de abril de 2010, a Bolsa Européia do Clima estava pagando €14,03 para os contratos à vista, €13,87 nos contratos para dezembro de 2010 e €13,42 para contratos de dezembro 2012 (MULLER, 2010), já no mercado americano, a tonelada de carbono em 2009 oscilou entre 13,50 a 17,50 (CANTORCO2E, 2010). Diante dessas oscilações, optou-se pelo valor de €15,00 pela tonelada de carbono com o Euro cotado a €2,30, totalizando R\$34,50.

Para o cálculo do custo do CH<sub>4</sub> utilizou-se a seguinte equação:

$$CM = C_{eq} * PC * K_M$$

Onde:

CM = Custo do metano (CH<sub>4</sub>)

C<sub>eq</sub> = Carbono equivalente (Equação2)

PC = Preço do kg de carbono

K<sub>M</sub> = Kg de metano por cabeça

O parâmetro utilizado para calcular a quantidade de CH<sub>4</sub> foi de 147 kg por vaca conforme estudo de Primavesi *et al* (2004). Para a análise do VPL foi utilizada uma Taxa Mínima de Atratividade – TMA de 10%. Também foi simulado o VPL utilizando-se quatro TMAs 6%, 8%, 10% e 12%. E para identificar até que ponto os investimentos suportariam aumentos nos custos ou redução das receitas foi feita a análise de sensibilidade utilizando-se cinco cenários; 1) custos e receitas normais; 2) custos e receitas normais mais créditos de carbono – CERs e o custo do CH<sub>4</sub>; 3) aumento de 30% nos custos e 50% nas receitas; 4) aumento de 20% nos custos e 40% nas receitas e; 5) redução de 60% nas receitas no 4<sup>o</sup>, 6<sup>o</sup>, 8<sup>o</sup> e 10<sup>o</sup> anos. Depois de levantados os dados dos custos, e receitas das culturas bem como o carbono e o metano, foram realizados os fluxos de caixa e as respectivas análises que serão apresentados no tópico a seguir.

## 5 Resultados e discussões

### 5.1 Avaliação com a cultura da mangaba

O plantio da mangaba foi realizado no final de 2004. As mudas foram geradas na EMBRAPA- GO e plantadas a uma distância de 6X6, o equivalente a 278 pés por hectare. Durante a manutenção não foi utilizado nenhum agrotóxico, e sua primeira produção ocorreu em 2009 atingindo uma média de 36 kg por pé, totalizando 10.008 kg/ha. Essa produção é superior ao estudo de Aguiar Filho *et al* (2010) que identificaram uma média de 700 kg/ha com plantas da mesma idade. O preço do kg da mangaba *inatura* comercializado na região é de R\$2,20 gerando, portanto, o equivalente R\$22.018 por hectare, valor este que serviu de base para a análise.

Na tabela 3 encontram-se as informações da plantas da mangaba que serviram de base para o cálculo do carbono, bem como a quantidade de carbono encontrada e o valor gerado.



Tabela 3: Média da DA30, altura, peso fresco e seco das plantas, carbono por planta, plantas por hectare, toneladas e valor de carbono por hectare

| Nome da planta | DA30 média cm | Altura média(m) | Peso fresco  | Peso seco | Carbono por planta | Plantas por hectare | Carbono por hectare | Carbono por hectare |
|----------------|---------------|-----------------|--------------|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                |               |                 | -----kg----- |           |                    |                     | (t)                 | R\$                 |
| Mangaba        | 9,6           | 3,5             | 43,41        | 21,71     | 10,86              | 278                 | 3,02                | 104,09              |

Fonte: Dados da pesquisa

Em fevereiro de 2010 com pouco mais de 4 anos de idade, os pés de mangaba atingiram uma DA30 média ( $CA/\pi$ ) de 9,6 cm e altura de 3,5 metros (Tabela 3). O peso fresco e seco foi respectivamente de 43,41 e 21,71, cada planta gerou em média 10,86 kg de carbono totalizando 3,02 toneladas por hectare gerando um valor de R\$104,11

O investimento inicial necessário para a cultura de mangaba (ano zero) para os cinco hectares cultivados totalizaram R\$14.777,00 (Tabela 4). Neste grupo, estão computadas as instalações, máquinas e ferramentas, a mão-de-obra necessária na plantação de mudas, a hora máquina para a preparação do solo, o poço artesiano utilizado para a irrigação da mudas. O preço da muda de mangaba nos viveiros da região é comercializado a R\$2,00 cada uma, totalizando R\$2.780,00 para o cinco hectares estudados. O índice de mortalidade das mudas de mangaba é aproximadamente 15% gerando um custo de reposição de mudas no valor de R\$417,00 (PESQUISA DE CAMPO). A tabela 4 apresenta a discriminação do investimento inicial, os custos de manutenção as receitas e o lucro bruto da mangaba antes e depois da inclusão dos CERs.

| Tabela 4: Custos de implantação, manutenção, receita e lucro operacional/ha da cultura da mangaba |               |               |               |               |                |                |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Anos                                                                                              | 0             | 1             | 2             | 3             | 4              | 5...           | 10             |
| <b>ENTRADAS</b>                                                                                   |               |               |               |               |                |                |                |
| Receitas com vendas de mangaba (5/ha)                                                             |               |               |               |               | 110.090        | 110.090        | 110.090        |
| <b>TOTAL DE ENTRADAS</b>                                                                          | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>110.090</b> | <b>110.090</b> | <b>110.090</b> |
| <b>SAÍDAS</b>                                                                                     |               |               |               |               |                |                |                |
| Mão-de-obra permanente                                                                            |               | 12.341        | 12.341        | 12.341        | 12.341         | 12.341         | 12.341         |
| Energia Elétrica                                                                                  |               | 115           | 115           | 115           | 115            | 115            | 115            |
| Depreciação                                                                                       |               | 646           | 646           | 646           | 646            | 646            | 646            |
| Custo da terra                                                                                    |               | 1.500         | 1.500         | 1.500         | 1.500          | 1.500          | 1.500          |
| Outros custos de manutenção                                                                       |               | 50            | 50            | 50            | 50             | 50             | 50             |
| Combustíveis e lubrificantes                                                                      |               | 1.100         | 1.100         | 1.100         | 1.100          | 1.100          | 1.100          |
| Mão-de-obra temporária                                                                            | 200,00        |               |               |               | 250            | 250            | 250            |
| Instalações máquinas e ferramentas                                                                | 8.980         |               |               |               |                |                |                |
| Poço artesiano                                                                                    | 1.200         |               |               |               |                |                |                |
| Preparação do solo                                                                                | 1.200         |               |               |               |                |                |                |
| Mudas                                                                                             | 2.780         |               |               |               |                |                |                |
| Reposição de mudas                                                                                | 417           |               |               |               |                |                |                |
| <b>TOTAL DE SAÍDAS (5/ha)</b>                                                                     | <b>14.777</b> | <b>15.752</b> | <b>15.752</b> | <b>15.752</b> | <b>16.002</b>  | <b>16.002</b>  | <b>16.002</b>  |
| <b>Custo/ha</b>                                                                                   | <b>2.955</b>  | <b>3.150</b>  | <b>3.150</b>  | <b>3.150</b>  | <b>3.200</b>   | <b>3.200</b>   | <b>3.200</b>   |
| <b>Receitas/ha</b>                                                                                |               | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>22.018</b>  | <b>22.018</b>  | <b>22.018</b>  |
| <b>Lucro operacional/ha/sem carbono</b>                                                           |               | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>18.818</b>  | <b>18.818</b>  | <b>18.818</b>  |
| <b>Créditos de carbono/ha</b>                                                                     |               | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>104,09</b>  | <b>104,09</b>  | <b>104,09</b>  |
| <b>Lucro operacional/ha/com carbono</b>                                                           |               | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>18.922</b>  | <b>18.922</b>  | <b>18.922</b>  |
| Fonte: Dados da pesquisa                                                                          |               |               |               |               |                |                |                |

Os custos do grupo de saídas nos anos de 1 a 10 (Tabela 4) se referem aos custos de manutenção tais como: mão-de-obra permanente de uma pessoa encarregada pela manutenção das plantas tais como, roçar, podar, manusear, colher etc. Nesta cifra encontram-se computados o valor dos salários, incluindo 13<sup>o</sup> salário, férias e encargos sociais. A energia elétrica é utilizada na bomba que envia água no reservatório para a irrigação das mudas. A depreciação se refere ao desgaste dos materiais utilitário que deverá ser repostado futuramente. O custo da terra se refere à taxa de retorno que o capital investido na atividade teria, caso fosse aplicado numa fonte alternativa de investimento. Segundo Werner (2007), na prática, utiliza-se, como base, a aplicação tradicional no mercado financeiro que nos casos agrícolas é de 6% a.a. Esse custo foi calculado com base no valor de um alqueire goiano 48.400 m<sup>2</sup> e dividido por 10.000 = 4,84/ha. O preço do alqueire de terra comercializado na região é de R\$24.000, portanto,  $R\$24.000/4,84 = R\$4.958,68 \times 6\% = R\$297,00$ . Este valor foi arredondado para R\$300,00 e computado como o custo da terra.

No item “outros custos de manutenção” estão incluídos os custos de reposição de peças manutenção das ferramentas etc.. No grupo de combustíveis e lubrificantes encontra-se o combustível e lubrificante necessários para as máquinas roçadeiras.

Nas análises não foram incluídos os impostos, juros e o custo do capital. Os custos de implantação de um hectares da mangaba (Tabela 4) totalizaram R\$2.955/ha, valor este superior aos de Aguiar Filho *et al* (2010), porém estes não incluem os custos das mudas, e estas aqui representam 19% do custo de implantação. O mesmo ocorreu com os custos anuais de manutenção do 1<sup>o</sup> ao 3<sup>o</sup> período que foram na ordem de R\$3.150/ha já os custos anuais de manutenção e colheita dos últimos sete períodos foram R\$3.200/ha. O lucro operacional médio/ha/ano (ano 1 a10) sem os CERs foi de R\$13,172 por ano, e com o CERs R\$13.247, um incremento de 0,55%/ha no lucro operacional.

Os fluxos de caixa foram feitos sem e com a inclusão dos créditos de carbono conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5: Custos, receitas e fluxos de caixa descontados da cultura da mangaba sem e com a inclusão dos CERs

| Mangaba |                 |                   |                 |                 |                   |                 |
|---------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Anos    | Sem o CERs      |                   |                 | Com o CERs      |                   |                 |
|         | Custo R\$ Desc. | Receita R\$ Desc. | Lucro R\$ Desc. | Custo R\$ Desc. | Receita R\$ Desc. | Lucro R\$ Desc. |
| 0       | 2.955           |                   | -2.955          | 2.955           |                   | -2.955          |
| 1       | 2.864           |                   | -2.864          | 2.864           |                   | -2.864          |
| 2       | 2.604           |                   | -2.604          | 2.604           |                   | -2.604          |
| 3       | 2.367           |                   | -2.367          | 2.367           |                   | -2.367          |
| 4       | 2.186           | 15.039            | 12.853          | 2.186           | 15.110            | 12.924          |
| 5       | 1.987           | 13.671            | 11.684          | 1.987           | 13.736            | 11.749          |
| 6       | 1.807           | 12.429            | 10.622          | 1.807           | 12.487            | 10.681          |
| 7       | 1.642           | 11.299            | 9.656           | 1.642           | 11.352            | 9.710           |
| 8       | 1.493           | 10.272            | 8.779           | 1.493           | 10.320            | 8.827           |
| 9       | 1.357           | 9.338             | 7.981           | 1.357           | 9.382             | 8.025           |
| 10      | 1.234           | 8.489             | 7.255           | 1.234           | 8.529             | 7.295           |
| Total   | 22.496          | 80.536            | 58.040          | 22.496          | 80.916            | 58.421          |

Fonte: Dados da pesquisa

A tabela 5 mostra que com a inclusão dos CERs na análise, o VPL se eleva em R\$381/ha representado um incremento de 0,65%. O demais itens serão comentados na tabela 9.

## 5.2 Avaliação da pecuária leiteira

O investimento inicial necessário (Tabela 6) para a atividade leiteira é de R\$20.012,34/ha. Esse valor é seis vezes maior do que o custo atual que é de 3.210 (FAEG,2009). Acredita-se que essa diferença seja influenciada pelo custo das matrizes que representou 64% do investimento inicial, uma vez que os produtores goianos na faixa entre 200 a 500 litros/leite/dia não possuem vacas holandesas puras em seus plantéis. Por outro lado, se comparado o lucro bruto médio por hectare, este foi de R\$4.495,77/ha sem inclusão do CH<sub>4</sub> e de R\$4.368,64/ha com a inclusão do CH<sub>4</sub>, enquanto atualmente o lucro bruto é de R\$175,98/ha, ou seja, 26 vezes maior do que a situação atual. Observa-se ainda que com a inclusão do CH<sub>4</sub>, existe uma redução de -2,8% no lucro bruto/ha. Contudo, a variável custo ambiental do CH<sub>4</sub> parece não preocupar, ainda, os produtores de leite goianos, uma vez que estes declararam na pesquisa da FAEG (2009) não terem problemas com a legislação ambiental. A tabela apresenta os valores dos investimentos iniciais, custos de manutenção, receitas e o lucro da pecuária leiteira antes e depois da inclusão do custo ambiental do CH<sub>4</sub>.

Tabela 6: Custos de implantação, manutenção, receita e lucro bruto com a pecuária leiteira

| Anos                                          | 0                | 1                | 2                | 3                | 4                | 5...             | 10               |
|-----------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>ENTRADAS</b>                               |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Receita com a venda de leite                  |                  | 48.800,00        | 48.800,00        | 48.800,00        | 48.800,00        | 48.800,00        | 48.800,00        |
| Descarte de bezeros (as)                      |                  |                  | 1.121,74         | 1.121,74         | 1.121,74         | 1.121,74         | 1.121,74         |
| Descarte de vacas                             |                  |                  |                  |                  |                  | 1.713,60         | 1.713,60         |
| <b>TOTAL DE ENTRADAS</b>                      |                  | <b>48.800,00</b> | <b>49.921,74</b> | <b>49.921,74</b> | <b>49.921,74</b> | <b>51.635,34</b> | <b>51.635,34</b> |
| <b>SAIDAS</b>                                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Mão-de-obra permanente                        |                  | 12.341           | 12.341           | 12.341           | 12.341           | 12.341           | 12.341           |
| Energia Elétrica                              |                  | 248,40           | 248,40           | 248,40           | 248,40           | 248,40           | 248,40           |
| Depreciação                                   |                  | 1.960,94         | 1.960,94         | 1.960,94         | 1.960,94         | 1.960,94         | 1.960,94         |
| Inseminação artificial                        |                  | 1.800,00         | 1.800,00         | 1.800,00         | 1.800,00         | 1.800,00         | 1.800,00         |
| Custo da terra                                |                  | 1.500            | 1.500            | 1.500            | 1.500            | 1.500            | 1.500            |
| Alimentação do rebanho                        |                  | 4.174,56         | 4.174,56         | 4.174,56         | 4.174,56         | 4.174,56         | 4.174,56         |
| Sal comum 0,025 kg/dia x365 dias              |                  | 94,90            | 94,9             | 94,9             | 94,9             | 94,9             | 94,9             |
| Sal mineral 0,01 kg/dia x 365 dias            |                  | 175,20           | 175,2            | 175,2            | 175,2            | 175,2            | 175,2            |
| Manutenção Uréia (50 kg/ha)                   |                  | 129,00           | 129,00           | 129,00           | 129,00           | 129,00           | 129,00           |
| Vacinas, medicamentos e assistência técnica   |                  | 689,05           | 689,05           | 689,05           | 689,05           | 689,05           | 689,05           |
| Consumo de leite (bezeros)                    |                  | 585,00           | 585,00           | 585,00           | 585,00           | 585,00           | 585,00           |
| Consumo de leite familiar                     |                  | 182,50           | 182,50           | 182,50           | 182,50           | 182,50           | 182,50           |
| Consumo de ração (novilhas)                   |                  |                  |                  | 521,82           | 521,82           | 521,82           | 521,82           |
| Outras despesas operacionais                  |                  | 1.844,01         | 1.844,01         | 1.844,01         | 1.844,01         | 1.844,01         | 1.844,01         |
| Manutenção da infraestrutura                  |                  | 2.217,37         | 2.217,37         | 2.217,37         | 2.217,37         | 2.217,37         | 2.217,37         |
| Preparação do solo                            | 1.200,00         |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Sementes de pastagem                          | 120,00           |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Plantio de pastagem                           | 180,00           |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Plantio de cana                               | 90,00            |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Plantel (20 novilhas)                         | 64.000,00        |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Infraestrutura                                | 34471,69         |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| <b>TOTAL DE SAIDAS</b>                        | 100.061,69       | 27.941,44        | 27.941,44        | 28.463,26        | 28.463,26        | 28.463,26        | 28.463,26        |
| <b>Investimento inicial/ha</b>                | <b>20.012,34</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| <b>Receitas/ha</b>                            |                  | <b>9.760,00</b>  | <b>9.984,35</b>  | <b>9.984,35</b>  | <b>9.984,35</b>  | <b>10.327,07</b> | <b>10.327,07</b> |
| <b>Custos de manutenção/ha</b>                |                  | <b>5.588,29</b>  | <b>5.588,29</b>  | <b>5.692,65</b>  | <b>5.692,65</b>  | <b>5.692,65</b>  | <b>5.692,65</b>  |
| <b>Lucro/ha s/ CH<sub>4</sub></b>             |                  | <b>4.171,71</b>  | <b>4.396,06</b>  | <b>4.291,70</b>  | <b>4.291,70</b>  | <b>4.634,42</b>  | <b>4.634,42</b>  |
| <b>Custo do CH<sub>4</sub></b>                |                  | <b>-54,49</b>    | <b>-54,49</b>    | <b>-54,49</b>    | <b>-54,49</b>    | <b>-54,49</b>    | <b>-54,49</b>    |
| <b>Lucro operacional/ha c/ CH<sub>4</sub></b> |                  | <b>4.117,22</b>  | <b>4.341,57</b>  | <b>4.237,21</b>  | <b>4.237,21</b>  | <b>4.579,93</b>  | <b>4.579,93</b>  |
| Fonte: Dados da pesquisa                      |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |

Se comparado este sistema (Tabela 6) com o estudo da FAEG (2009), o lucro bruto por hectare, mesmo com a inclusão do CH<sub>4</sub> seria superior em 2.500%. Já o custo do CH<sub>4</sub> com 4 vacas por hectare seria R\$127,12/ha portanto, caso fosse levado em conta o tamanho médio das propriedades produtoras de leite de Goiás que é de 87,83 hectares e com uma média de 97,34 cabeças por propriedade (1,1cab/ha) (FAEG, 2009), cada propriedade gera 6.13 toneladas de CH<sub>4</sub> /ano o que representa R\$211,57 de custo ambiental por propriedade ou R\$2,41/ha/ano. A tabela 7 apresenta uma simulação de quantas plantas de mangaba seriam necessárias para compensar o CH<sub>4</sub> de uma vaca leiteira.

Tabela 7: Plantas de mangaba necessárias para compensar o CH<sub>4</sub> de uma vaca latina

| Emissão de CH <sub>4</sub><br>por vaca (kg) | Carbono<br>equivalente (kg) | Total Carbono<br>(kg) | Carbono por planta<br>(kg) | Plantas de mangaba<br>por vaca |
|---------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 147                                         | 6,27                        | 921,25                | 10,84                      | 85                             |

Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme cálculos da tabela 6 seriam necessárias 921,25 kg de carbono para compensar o CH<sub>4</sub> de uma vaca holandesa. Se esse carbono fosse da mangaba, seriam necessárias 85 plantas para compensar este CH<sub>4</sub>, isto é, na conjuntura atual, (1,1 cab/ha) em Goiás, um hectare de mangaba sequestraria o CH<sub>4</sub> de aproximadamente 3 hectares de pecuária. A tabela 8 apresenta a análise dos fluxos de caixa sem a inclusão dos custos ambientais do CH<sub>4</sub> e com a inclusão destes custos.

Tabela 8: Custos, receitas e fluxos de caixa descontados da pecuária leiteira sem e com a inclusão do CH<sub>4</sub>

| Sem o custo ambiental do CH <sub>4</sub> |                         |                           |                                      | Com o custo ambiental do CH <sub>4</sub> |                           |                                         |
|------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| Anos                                     | Custo Desc.<br>(R\$)/ha | Receita Desc.<br>(R\$)/ha | Fluxo de<br>caixa Desc.<br>(R\$)/ha* | Custo Desc.<br>(R\$)/ha                  | Receita Desc.<br>(R\$)/ha | Fluxo de<br>caixa<br>Desc.<br>(R\$)/ha* |
| 0                                        | 20.012                  |                           | - 20.012                             | 20.012                                   |                           | -20.012                                 |
| 1                                        | 5.080                   | 8.873                     | 3.792                                | 5.196                                    | 8.873                     | 3.677                                   |
| 2                                        | 4.618                   | 8.252                     | 3.633                                | 4.723                                    | 8.252                     | 3.528                                   |
| 3                                        | 4.277                   | 7.501                     | 3.224                                | 4.372                                    | 7.501                     | 3.129                                   |
| 4                                        | 3.888                   | 6.819                     | 2.931                                | 3.975                                    | 6.819                     | 2.844                                   |
| 5                                        | 3.535                   | 6.412                     | 2.878                                | 3.614                                    | 6.412                     | 2.799                                   |
| 6                                        | 3.213                   | 5.829                     | 2.616                                | 3.285                                    | 5.829                     | 2.544                                   |
| 7                                        | 2.921                   | 5.299                     | 2.378                                | 2.986                                    | 5.299                     | 2.313                                   |
| 8                                        | 2.656                   | 4.818                     | 2.162                                | 2.715                                    | 4.818                     | 2.103                                   |
| 9                                        | 2.414                   | 4.380                     | 1.965                                | 2.468                                    | 4.380                     | 1.912                                   |
| 10                                       | 2.195                   | 3.982                     | 1.787                                | 2.244                                    | 3.982                     | 1.738                                   |
| Total                                    | 54.810                  | 62.165                    | 7.355                                | 55.591                                   | 62.165                    | 6.574                                   |

Fonte: Dados da pesquisa

\*TMA 10%

Observa-se na tabela 8 que os custos descontados da pecuária leiteira sem a inclusão do CH<sub>4</sub> totalizaram R\$54.810, as receitas R\$62.165 e o VPL de R\$7.355. Com a inclusão do CH<sub>4</sub> os custos descontados se elevam em R\$781/ha e atingem R\$55.591, provocando uma redução de 10,6% no VPL. Contudo, o projeto também se apresentou viável economicamente, porém, inferior ao da mangaba. Os demais índices serão discutidos na tabela 9 que apresenta a análise de sensibilidade da simulação de cinco cenários, entre eles normais, coma a inclusão das variáveis ambientais, mais otimista, menos otimista e pessimista.

Tabela9: Análise de sensibilidade com cinco cenários

| Cenários                                                                                                               | Mangaba |       |      | Pecuária leiteira |     |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|------|-------------------|-----|------|
|                                                                                                                        | VPL     | TIR   | ACB  | VPL               | TIR | ACB  |
| 1.Custos e receitas normais                                                                                            | 58.040  | 62,3% | 4,43 | R\$ 7.355         | 18% | 1,33 |
| 2 Custos e receitas normais mais CERs/HC <sub>4</sub>                                                                  | 58.421  | 62,5% | 4,45 | R\$ 6.574         | 17% | 1,3  |
| 3.Aumento de 30% nos custos e 50% nas receitas                                                                         | 92.445  | 72,9% | 5,21 | R\$ 35.535        | 41% | 1,90 |
| 4.Aumento de 20% nos custos e 40% nas receitas                                                                         | 86.346  | 72,1% | 5,24 | R\$ 25.261        | 34% | 1,62 |
| 5.Redução de 60% nas vendas no 4 <sup>o</sup> , 6 <sup>o</sup> , 8 <sup>o</sup> e 10 <sup>o</sup> ano e custos normais | 39.549  | 50,4% | 3,42 | -R\$ 5.708        | 0%  | 1,00 |

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme tabela 9, se levados em conta os custos e receitas normais, os dois projetos apresentaram viabilidade econômica, porém, o VPL da mangaba superou a pecuária leiteira em mais de 600% apresentando uma TIR de 62,3%. ACB mostrou que para cada real investido no projeto da mangaba, este retornaria R\$4,43. A pecuária leiteira ficou em segundo lugar com TIR de 18% e ACB de 1,33. Destaca-se que mesmo com cenários mais pessimistas como, por exemplo, redução de 60% em quatro períodos intercalados, a mangaba se apresentou viável, contudo, a pecuária leiteira não suportaria um cenário muito pessimista.

No tocante a análise da cultura com a mangaba no primeiro cenário (custos e receitas normais), a TIR da mangaba foi superior a onze tipos de frutos tropicais estudados por Ponciano *et al* (2004), já no estudo de Vale (2004), com pecuária leiteira, a TIR foi de 52% o VPL de R\$ 6.015,27, portanto, inferior ao encontrado no presente estudo que foi de R\$7.355.

## 6 Considerações finais

A análise da viabilidade econômica permitiu observar os custos, receitas e os fluxos de caixa obtidos com o plantio de mangaba e a pecuária leiteira no cerrado goiano, dentro de um horizonte temporal de 10 anos. Os resultados possibilitaram concluir que as duas atividades analisadas se apresentaram economicamente viáveis por proporcionarem taxas internas de retornos superiores às determinadas pelo estudo que foi de 10%. Na ordem de importância, a mangaba foi a que apresentou maior TIR (62,3%), e maior VPL (R\$58.040/ha), seguido pela pecuária leiteira com TIR de 18% e VPL de R\$7.355. A incorporação dos créditos de carbono das plantas frutíferas na análise proporcionou um incremento de 0,65% no VPL para cada hectare de mangaba plantado. Já com a inclusão do custo ambiental do metano (CH<sub>4</sub>) na análise com a pecuária leiteira, a redução no VPL foi de 10,6%/ha. Verificou-se também que caso fosse criado um mecanismo de compensação do CH<sub>4</sub> por meio do plantio de árvores e esta fosse mangaba, seriam necessárias 84 árvores de mangaba para compensar o CH<sub>4</sub> de uma vaca, ou seja, cada hectare de mangaba compensaria o CH<sub>4</sub> de 3 vacas holandesas.

Com base nessas análises pode-se inferir que projetos agrícolas com frutos tanto do cerrado quanto de outras regiões são economicamente viáveis. Vilela, Castro e Avellar (2005) declaram que especialistas do setor em todo o mundo, desenham um cenário positivo para o comércio de frutas cuja demanda nos países desenvolvidos, é crescente. Tal afirmação é corroborada por Viti (2007) que apontou um crescimento mundial de 62% com exportação de frutas em um período de 10 anos. Para o mercado interno, Vilela, Castro e Avellar (2005) destacam a expansão do volume de vendas de sucos de frutas, devido à praticidade, saúde e qualidade nutricional.

Por se tratar de um estudo com plantas, e estas se encontrarem ainda em fase de crescimento, sugere-se que seja replicado o mesmo estudo após um período de dois ou três

anos a fim de verificar a evolução dessas plantas e quanto geraram a mais em termos de carbono e frutos. Também tendo em vista que a SEAGRO-GO tem interesse em melhorar a produção leiteira no estado de Goiás otimizando mais o espaço e melhorando o plantel, sugere-se que seja feito um sistema prático utilizando o mesmo estudo a fim de verificar se os resultados aqui simulados se concretizam.

## 7 Referencial teórico

AGUIAR FILHO, Severino P.de; BOSCO, João; ARAÚJO, Ivaldo A. de. . **A mangabeira (Hancornia speciosa Gomes) - domesticação e técnicas de cultivo**. 2010. Disponível em: <[www.emep.org.br/public/mangabeira02.pdf](http://www.emep.org.br/public/mangabeira02.pdf)>. Acesso em 28 de julho de 2010.

ALMEIDA, Semíramis P, *et al.* **Cerrado: espécies vegetais úteis** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

ARAÚJO, Ivaldo A.; FRANCO, Camilo F. de O.; BARREIRO NETO, Miguel; FONTINELLI, Ivan Sérgio Campos. Avaliação fenológica dos frutos de progênes de mangabeira cultivadas no litoral paraibano. In: I Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Mangaba. **Anais**. Aracaju, 2003.

AVIDOS, Maria F. D; FERREIRA, Lucas T. Frutos dos cerrados: preservação gera muitos frutos. **Ciência e Desenvolvimento**, n.15 julho/agosto, 2000.

CANTORCO2e. **EUA Market Report 2010**. Disponível em: <<http://www.cantorco2e.com/myCantorCO2e/EUA/>>. Acesso em 29 de julho de 2010.

\_\_\_\_\_. **Mercado de Carbono Visão Atual e Perspectivas**. 2010. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/empresas/download/semi-carbono-PDF1.pdf>>. Acesso em 20 de julho de 2010

CASTRO, Ciro de, *et al.* Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de melaleuca alternifolia cheel. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.241-249, Viçosa-MG, 2005.

CONSELEITE-SC, Conselho Paritário Produtores Rurais e Industriais de Leite do Estado de Santa Catarina. **Planilhas**. 2010. Disponível em: <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/agroindicadores/custos/apresentacao\\_leite.htm](http://cepa.epagri.sc.gov.br/agroindicadores/custos/apresentacao_leite.htm)>. Acesso em 02 de maio de 2010.

COSTANZA, Robert, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, 15 May, 1997.

FAEG, Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás. **Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite de Goiás: relatório de pesquisa**- Sebastião Teixeira Gomes - Goiânia: FAEG. 2009. Disponível em: <[http://www.faeg.com.br/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=109](http://www.faeg.com.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=109)>. Acesso em 15 de maio de 2010.

FAO, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación**. 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/sofa/es/>>. Acesso em 05 de março de 2010.

FEARNSIDE, Philip M. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazônia. **Ecological Economics**, v.20, p.53-70, 1997.

GROOT, Rudolf S. de; WILSON, Matthew A.; BOUMANS, Roelof M.J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics** v.41, p.393-408, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa pecuária municipal**. 2008. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PP&z=t&o=23>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2010

IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Orientación sobre las buenas prácticas en el sector de CUTS. 2003.

\_\_\_\_\_. **Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol**. 2006. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2010

\_\_\_\_\_. **Métodos complementarios y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del protocolo de kyoto**. 2006. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpoglulucf/gpoglulucf/spanish/ch4.pdf>>. Acesso em 10 de março de 2010

\_\_\_\_\_. **Cambio climático 2007 informe de síntesis**. 2007. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)>. Acesso em 26 de fevereiro de 2010

LIANG, Luohui. Promoting agrodiversity: the case of UNU project on people, land management and environmental change (PLEC). **Global Environmental Change** v.12, p.325-330, 2002.

MACDICKEN. **A guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects**. 1997. Disponível em: <[http://www.forestclimatecenter.org/document\\_hit.pht?cnt=international&lang=english&dID=136](http://www.forestclimatecenter.org/document_hit.pht?cnt=international&lang=english&dID=136)>. Acesso em 15 de fevereiro de 2010

MCT, Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**. 2009. Disponível em: <[http://www.oc.org.br/cms/arquivos/inventa%C2%A1rio\\_emissa%C2%B5es\\_gee-valores\\_preliminares-25-11-2009.pdf](http://www.oc.org.br/cms/arquivos/inventa%C2%A1rio_emissa%C2%B5es_gee-valores_preliminares-25-11-2009.pdf)>. Acesso em: 10 de março de 2010

\_\_\_\_\_. **Status atual das atividades de projeto do MDL no Brasil e no mundo**. Última compilação do site da CQNUMC: 19 de junho de 2010. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>>. Acesso em 20 de julho de 2010.

MULLER, Fernanda B **Preço do carbono dispara para alta de sete meses na Europa**. 2010. Disponível em: <<http://ecosolucoesambientais.blogspot.com/2010/04/preco-do-credito-de-carbono-dispara.html>>. Acesso em 26 de abril de 2010.

PONCIANO, Niraldo J, *et al.* Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na Região Norte Fluminense. **Revista de Economia Rural - RER**, v.42, n.4, p.615-635, out/dez, Rio de Janeiro, 2004.

PRIMAVESI, Odo, *et al.* Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.277-283, 2004.

RENNÓ, Francisco P, *et al.* Eficiência bioeconômica de estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite. Produção por animal e por área. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.743-753, 2008.

RÜGNITZ, Marcos T ; CHACÓN, Mario L ; PORRO, Roberto **Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais** 1.ed. Belém, Brasil: Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF)/ Consórcio Iniciativa Amazônica (IA), 2009.

SERÔA DA MOTTA, Ronaldo. Estimativa do custo econômico do desmatamento na Amazônia texto para discussão 910. **Instituto de Pesquisa Economica Aplicada - IPEA**, 2002.

SERÔA DA MOTTA, Ronaldo, *et al.* **O mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento do desenvolvimento sustentável no Brasil**. Texto para discussão. 2000. Disponível em: <[http://getinternet.ipea.gov.br/pub/td/2000/td\\_0761.pdf](http://getinternet.ipea.gov.br/pub/td/2000/td_0761.pdf)>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2010

SIGNORINI, Paula. **O que é carbono equivalente?** 2007. Disponível em:<<http://scienceblogs.com.br/rastrodecarbono/2007/08/o-que-e-carbono-equivalente.php>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2010.

SILVA, Cláudia B. **Viabilidade econômica do uso da agricultura de precisão: um estudo de caso**. f. 87 (Dissertação de mestrado). Programa de Pós Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa - MG, 2005.

SILVA, Djalma B da., *et al.* **Frutas do cerrado**: Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF, 2001.

SOARES, Fernanda P, *et al.* Marolo: uma frutífera nativa do cerrado. **Boletim Técnico** n.82, p.1-21, Editora UFLA: Lavras- MG, 2009.

SOARES, Fernanda P., *et al.* **Cultura da mangaba (Hancornia speciosa Gomes)**. **Boletim Agropecuário, Lavras/MG**, n.67, p.1-12, 2006.

U.S. Environmental Protection Agency. **Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks : 1990 – 2008**. 2010. Disponível em: <[http://www.epa.gov/climatechange/emissions/biogenic\\_emissions.html](http://www.epa.gov/climatechange/emissions/biogenic_emissions.html)>. Acesso em 02 de agosto de 2010.

VALE, Rodrigo S do. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da zona da mata de Minas Gerais**. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa -MG, 2004.

VELASCO, Giuliana Del N; HIGUCHI, Niro. Estimativa de sequestro de carbono em mata ciliar: projeto POMAR, São Paulo (SP). **Ambiência** v.5, n.1, p.135-141, Guarapuava, PR, 2008.

VILELA, Pierre S.; CASTRO, Cláudio W. de; AVELLAR, Sérgio O. de C. **Análise da oferta e da demanda de frutas selecionadas no Brasil para o decênio 2006/2015**. 2005. Disponível em:<[http://www.google.com.br/search?sourceid=navclient&hl=pt-BR&ie=UTF-8&rlz=1T4SUNC\\_pt-BRBR356&q=An%C3%A1lise+da+oferta+e+da+demand+de+frutas+selecionadas+no+Brasil+para+o+dec%C3%AAnio+2006%2F2015](http://www.google.com.br/search?sourceid=navclient&hl=pt-BR&ie=UTF-8&rlz=1T4SUNC_pt-BRBR356&q=An%C3%A1lise+da+oferta+e+da+demand+de+frutas+selecionadas+no+Brasil+para+o+dec%C3%AAnio+2006%2F2015)>. Acesso em 25 de fevereiro de 2010

VITI, Aline. **Receita mundial com exportação de frutas cresce 62% em 10 anos**. 2007. Disponível em: <[http://www.netcomex.com.br/noticias\\_interna.php?q=6512bd43d9caa6e02c990b0a82652dca&idn=8830c97ab60254cd05628c6e61e8c54c](http://www.netcomex.com.br/noticias_interna.php?q=6512bd43d9caa6e02c990b0a82652dca&idn=8830c97ab60254cd05628c6e61e8c54c)>. Acesso em 25 de fevereiro de 2010

WERNER, Valmir. **Análise econômica e experiência comparativa entre agricultura de precisão e tradicional**. f 134. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria- RS, 2007.