

Cálculos e análises para o plantio de árvores na compensação das emissões de gases do efeito estufa emitido pelo gado

Calculation and analysis for the planting of trees in the compensation of the emission of greenhouse gases emitted by cattle

Jaime Lima Rodacoski^{1(*)}

Carlos Fernando Salgueirosa de Andrade²

Resumo

A criação de rebanhos bovinos emite Gases do Efeito Estufa (GEE), sendo que o metano (CH_4) possui um potencial de aquecimento global avaliado em 21 vezes maior do que o dióxido de carbono (CO_2). Com a crescente pressão, em direção a práticas que diminuam ou compensem as emissões de GEE, surge a questão, quantas árvores são necessárias para compensar as emissões do gado? Neste artigo são analisadas as variáveis e os cálculos que são feitos para servir de base a programas como o Carbono Compensado LEPAC. Comparou-se dados da Food and Agriculture Organization (FAO), do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), e de alguns pesquisadores. São propostas bases e estimativas para se chegar a um número de árvores da Mata Atlântica Ombrófila necessárias no programa que foi desenvolvido em Paraty - RJ. Considerando-se os argumentos e ponderações, e no sentido de que pecuaristas da região da Costa Verde e do vale do Paraíba possam apoiar programas para suas compensações, chegamos a que um boi dessa região emite 610 kg CO_2e por ano. E uma árvore do Programa Carbono Compensado LEPAC sequestra em sua vida 200kg CO_2e . Isso leva, portanto, ao plantio de três árvores para a compensação anual da emissão de cada animal.

Palavras-chave: carbono; pecuária; metano; Paraty; LEPAC.

1 Biólogo; Professor do Laboratório de Extensão da Unicamp em Paraty, LEPAC; Endereço: Rua Imperatriz Leopoldina, s.no, Rancho do Mineiro, Praia do Jabaquara, CEP: 23970-000, Paraty, Rio de Janeiro, Brasil; E-mail: bio-rodacoski@hotmail.com (*) Autor para correspondência.

2 Dr.; Biólogo; Professor Associado do Departamento de Zoologia e Coordenador do Laboratório de Extensão da Universidade Estadual de Campinas, Unicamp (LEPAC) em Paraty; Endereço: Rua Monteiro Lobato, 255, Cidade Universitária Zeferino Vaz, CEP: 13083-862, Campinas, São Paulo, Brasil; E-mail: cfeandra@unicamp.br

Abstract

Raising cattle result in greenhouse gases (GHG) emissions, and methane (CH₄) has a global warming potential estimated at 21 times greater than carbon dioxide (CO₂). With the increasing pressure toward practices to reduce or offset GHG emissions, the question that arises is how many trees are needed to offset the emissions from livestock? In this article it was discussed variables and calculations to serve as a basis for programs like the Carbon Offset LEPAC (Unicamp, Paraty, RJ). We compared data from FAO (Food and Agriculture Organization), from the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), and from some researchers. Bases and estimates are proposed to establish a number of trees from the Atlantic rainforest required in the program that was being developed in Paraty. Considering the arguments and weights, and in order that farmers in the region of the Costa Verde and the Paraíba valley can support programs for their cattle compensation, it could be concluded that a cattle head in this region emits 610 kg CO₂e per year. And a tree planted for the Carbon Offset LEPAC offsets 200 kg CO₂e during its lifespan. This therefore leads to the planting of three trees to offset the annual emissions of each animal.

Key words: carbon; livestock; methane; Paraty; LEPAC.

Introdução

Preocupados com a moderna economia do mercado de carbono, uma pergunta frequente entre pecuaristas é quantas árvores são necessárias para neutralizar os Gases de Efeito Estufa (GEE) produzidos anualmente por uma vaca leiteira ou um boi. A preocupação vem do fato de receberem inúmeras informações. Por exemplo, de que o metano das eructações e flatulências bovinas é um gás muito pior do que o CO₂, de que existem campanhas do tipo “Seja Verde – Mate uma Vaca”, de que o gado é responsável por 18% do aquecimento global, ou de que devemos amaldiçoar o rebanho mundial de 1,5 bilhão de cabeças de gado (LEAN, 2006; SILVESTRE, 2007). Essa preocupação é antiga, mas aumentou em 2006 quando foi publicado um relatório da Organização para Agricultura e Alimentação

(FAO), intitulado “A Grande Sombra da Pecuária - Questões Ambientais e Opções” (STEINFELD et al., 2006) e endossado pelo estudo, também da FAO, que trata criteriosamente do impacto que esse setor da economia causa ao meio ambiente e, conseqüentemente, ao aquecimento global e do seu potencial para diminuir as emissões de GEE (GERBER et al., 2013).

Os cálculos que os especialistas podem fazer não são fáceis, principalmente porque as variáveis são muitas. A cadeia de eventos que permite que um copo de leite chegue à nossa mesa no café da manhã, ou um bife chegue ao nosso prato, é longa. E os valores relativos a esses eventos precisam ser considerados para se chegar a uma soma e levá-la em conta em programas de sequestro de Carbono. Com a dificuldade natural em se coletar informações precisas para as inúmeras variáveis, segue-se encontrando na literatura

e na internet abordagens simplificadas, que na maioria das vezes desestimula pecuaristas a aderirem voluntariamente a programas de compensação pelo plantio de árvores.

O programa Carbono Compensado LEPAC (CCLepac)³ nasceu de uma disciplina de graduação em Educação Ambiental (BE-597) realizada em Paraty - RJ, no laboratório de extensão da Unicamp (MARCONDES et al., 2010). O Programa tem promovido o plantio de árvores da Mata Atlântica nas margens da rodovia BR-101 (trecho Rio-Santos) e também em áreas degradadas na comunidade quilombola do Quilombo do Cabral, como forma de inibir o capim e as queimadas criminosas nas encostas da rodovia, a escassez de água e os processos erosivos em parte da região principais fatores de degradação e poluição nesse importante bioma, considerado um dos “*hot spot*” de biodiversidade no mundo. Eventos, escritórios, marinas, embarcações, pousadas e o comércio em geral têm aderido ao CCLepac e financiado o plantio de árvores na região (ANDRADE et al., 2011; ANDRADE et al., 2013), mas na falta de parâmetros, o programa não tem atendido às adesões de pecuaristas de Paraty ou municípios vizinhos. O presente trabalho se propõe a discutir a questão das emissões de GEE do gado de forma a gerar parâmetros para projetos de compensação de Carbono, pelo sequestro feito por árvores, e a nortear projetos desse tipo.

Referencial Teórico

No sentido de evidenciar a complexidade das variáveis para os cálculos, o relatório da FAO mencionado anteriormente

(STEINFELD et al., 2006), indica por exemplo, que há um gasto de energia de 2.900MJ para se enviar uma tonelada de torta de soja do Mato Grosso para servir de ração às vacas leiteiras da Suécia. Explica que 70% do trajeto é feito pelo mar, e nesses casos deve-se aplicar o fator de emissão do IPCC (Painel Internacional de Mudanças Climáticas) para motores de navios, concluindo que a torta de soja brasileira que vai para a Europa resulta na emissão de 32.000t de CO₂ por ano. O capítulo 3.2. do Relatório da FAO é especificamente sobre a criação de gado e o ciclo do Carbono. As variáveis envolvidas são: o uso de combustíveis para a produção dos fertilizantes aplicados nos pastos, o combustível usado nas fazendas, o uso da terra e a mudança do uso da terra (i.e. se os pastos são antigos, ou novos, feitos pela remoção ou queima da vegetação, e que vegetação é essa). E mais, sobre a calagem do solo (que no Brasil estimou-se como sendo responsável por 9 milhões de toneladas de CO₂), sobre o uso do estrume como fertilizante em arroz irrigado, sobre o metano produzido pela fermentação entérica (no Brasil estimado como sendo 9,4 milhões de toneladas, sendo 80% do gado de corte) e as emissões do processamento e transporte refrigerado da carne até chegar ao mercado consumidor. Não são feitos cálculos para o CO₂ da expiração dos bois e das vacas, que prontamente é reciclado no sistema das plantas do pasto e não foi considerado no Protocolo de Kyoto.

Na internet pode-se encontrar alguns referenciais teóricos, mas precisam ser considerados com cautela. Na página do *Green Answers*, a pergunta “Quanto de mata nativa você precisa para fazer uma vaca carbono neutro?” é atendida por Dell (2011, s.p.), e tem como resposta que:

3 Sob registro no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), nº 46068425000133.

As estimativas de emissões variam, mas a maioria parece variar entre 70 e 120 kg de metano por ano por vaca. Como o site *timeforchange.org* acrescenta, no entanto, “o efeito negativo do metano sobre o clima é 23 vezes maior do que o efeito do CO₂. Portanto, a liberação de cerca de 100 kg de metano por ano para cada vaca é equivalente a cerca de 2.300 kg de CO₂ por ano”. Se tomarmos esse número como verdadeiro (...) então isso significa que você precisa de um monte de árvores (...). Como Mike McAliney estima (...) uma árvore adulta pode absorver 48 libras, ou cerca de 22 kg de CO₂ por ano. Então, 2.300 kg por vaca, divididos por 22 quilos por árvore = cerca de 100 árvores adultas para compensar uma vaca!

Lamentavelmente, os valores nas informações do *Green Answers* foram simplificados, ou são relativos a situações particulares, ou ainda estão errados. Algumas informações foram omitidas ou não conferem com outras que se encontram na literatura. Sabe-se que uma vaca leiteira pode viver produzindo até doze a quinze anos. Caraviello (2010) indica que a vida produtiva desses animais é parcialmente baseada em projeções e em medições reais de meses em lactação até sete anos (84 meses) de idade. E o gado de corte costuma ser abatido com idade entre três e cinco anos. Uma estimativa então considerando sete anos para um animal produzindo leite e quatro anos para um animal de corte, emitindo os 2.300 kg de CO₂ por ano (indicados pelo *Green Answers* como equivalente ao metano), totalizariam, respectivamente 16.100 kg e 9.200 kg de CO₂. Se ainda for usada a estimativa de Mike McAliney (22 kg de CO₂/ano/árvore), e considerando-se que árvores fazem isso mais eficientemente até cerca de 40 anos, chega-se a 880 kg de CO₂ absorvidos. Dividindo-se, chega-se à necessidade de 18,3 árvores para

a vaca de leite e 10,4 árvores para um boi de corte. Ou seja, bem menos do que as cem árvores estimadas pelo *Green Answers*.

São cálculos que precisam ser feitos cuidadosamente. O programa chamado Carbono Seguro por sua vez (financiado pela Caixa Seguros), planta árvores em propriedades rurais localizadas no município de Lorena -SP, em parceria com o Instituto Oikos de Agroecologia (CARBONO SEGURO, 2012). Os proprietários rurais que aderem ao programa são remunerados para manter a floresta em pé durante um período de 30 anos. Seu diretor de comunicação, David Dieguez informa textualmente que:

No nosso cálculo, sabemos que uma árvore da Mata Atlântica cresce por 37 anos e durante esse período ela vai sequestrar 190 quilos de gás carbônico [5,13 kg/ano]. Mas há projetos que dizem que apenas uma árvore absorve de 400 quilos a 1.000 quilos (uma tonelada) de carbono por ano. (BELFORT, 2008, s.p.).

E acrescenta que há empresas que fazem a compensação de forma correta e “outras não tão corretas”. As informações não ajudam, por confundir valores de Carbono com valores de CO₂, e sequestro anual com sequestro pela vida toda da árvore. O referencial teórico correto vem dos valores médios compilados por Gibbs et al. (2007), indicando que as florestas sazonais tropicais na América Latina estocam entre 128 e 140 toneladas de carbono por hectare (tC/ha) acima e abaixo do solo. E mais recentemente, os dados de Paula et al. (2011), que mediram o Carbono ao longo de três habitats de Mata Atlântica, indicando que os estoques variam muito, entre 42tC/ha na borda da floresta e 579tC/ha em seu interior. Mas em média, as parcelas da floresta madura retiveram 202,8 ± 23,7tC/ha (floresta acima do nível do solo).

É necessária então uma boa estimativa do número de árvores por hectare, para se chegar ao montante de Carbono por árvore. Assim, para dois remanescentes de Mata Atlântica submontana no Rio de Janeiro, Carvalho et al. (2007) encontraram quantidades entre 600 e 755 árvores, com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) acima de dez centímetros. Outras plantas e árvores com menor diâmetro também ocorrem nessa área, mas estocam proporcionalmente bem menos Carbono. Sem considerar essas últimas, chega-se a um referencial teórico (dividindo-se 202,8t C por 600 ou 755 árvores) de que cada uma dessas árvores pode estocar entre 269 e 338 kgC. E usando-se a conversão de Carbono em CO₂, conforme exposto em Tito (2010, p.3):

Uma tonelada de carbono equivale a 3,67 toneladas (t) de CO₂ (obtido em razão dos pesos moleculares do carbono e do CO₂, de 12 / 44). Para saber a quantidade de CO₂ emitido ou armazenado a partir da quantidade de carbono de um determinado depósito deve-se multiplicar esta por 3,67.

Chega-se a referenciais mais corretos, de que cada árvore madura da Mata Atlântica pode sequestrar entre 987 e 1240Kg CO₂ acima do solo.

Além dos pesos em Carbono e CO₂, as conversões em CO₂e (gás carbônico equivalente) formam outro referencial de uso prático importante (WILLIAMSON, 2009). O uso de valores em CO₂e indica que foi feita uma ponderação para a força radiativa (causadora de efeito estufa) da mistura de 5 gases de efeito estufa. Ou seja, 1kg CO₂e significa que estimando-se a emissão dos 5 gases, a mistura teria a força de causar efeito estufa equivalente a que teria 1 kg de gás carbônico sozinho. Os

cálculos de CO₂e devem ser feitos com base nos Relatórios de Avaliação (AR) do Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC, 2007). O coeficiente de equivalência ao CO₂ é de 21 para o CH₄, 310 para o N₂O, 6.500 para o CF₄ e 9.200 para o C₂F₆.

Em artigo sobre os efeitos globais do bife brasileiro, Zolnerkevic (2009) menciona que a partir do relatório da FAO (STEINFELD et al., 2006) surgiram notícias, principalmente na mídia europeia, estimando comparativamente emissões de CO₂e por quilo de peso de carcaça (kgPC) do gado de corte. Nessas notícias, a produção da carne bovina brasileira emitiria 45kg de CO₂e/kgPC, enquanto a europeia ficaria entre 15kg e 25kg de CO₂e/kgPC.

O artigo de Cederberg et al. (2011) sobre as pegadas do bife brasileiro, entretanto, traz melhores referenciais. Sobre as pastagens para o gado de corte, informa que durante a última década, a produtividade permitiu um aumento de cerca de 43 kg para 60 kg de peso de carcaça por hectare, por ano, como média para todo o Brasil. E sobre as pegadas do bife, cita um outro trabalho seu e de colaboradores suecos (CEDERBERG et al., 2009), dando conta que as emissões de GEE do ciclo de vida da carne bovina brasileira, não incluindo a mudança do uso da terra, ou seja, compreendendo apenas as emissões de metano, óxido nitroso e CO₂, são estimadas em cerca de 28 kg CO₂e/kgPC (faixa entre 23 e 34 kg CO₂e/kgPC), na porteira da fazenda, como uma média nacional. Mas como foi mencionado, não considerando a mudança no uso da terra, que nesses protocolos, aparece como *Land Use Change* (LUC). Caso seja considerado o LUC, o pasto feito na Floresta Amazônica recém derrubada, por exemplo, implica em muita emissão, e assim os cálculos podem pular para até 726 kg CO₂e/kgPC, ou

seja, 26 vezes maior do que a média nacional (CEDERBERG et al., 2011). Nos Estados Unidos, o valor de emissão é estimado entre 4.500 e 5.400 kg CO₂e por cabeça de gado, ou melhor situando para peso de carcaça, um valor de 22kg CO₂e/kgPC (JOHNSON et al., 2003). O valor americano, portanto, é pouco menor do que a média brasileira, de 28kg CO₂e/kgPC e bastante abaixo da média para o gado apenas criado na Amazônia, que é de 300 kg CO₂e/kgPC (PINJUV, 2011).

É necessário também saber quanto de carcaça um boi rende, como referencial para os cálculos de emissões de carbono por animal, a partir das emissões em quilos de CO₂e/kgPC. O estudo da FAO de 2006 indica que, na Amazônia brasileira, em sistema de manejo extensivo de pastagens de baixa densidade, um boi pesava em média 450 kg. Em comparação, nos Estados Unidos, o peso médio era de 607 kg (PINJUV, 2011). Referencial mais específico encontra-se em Roça (2000), do Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal da UNESP, *Campus* de Botucatu, de que um boi de 468 kg na fazenda chega com 440 kg no frigorífico e rende 255 kg de carcaça quente (54,5%), sendo o resto subprodutos industriais, miúdos, glândulas, sangue, ossos, gordura, intestino e bucho.

Outro referencial é o que o gado come. A constituição do pasto ou a ração portanto interferem. Se a fazenda adota pastagem de capim *Brachiaria*, isso resulta em uma redução líquida na emissão de metano. Ou seja, menos metano por kilo de carne ou por litro de leite produzido. Na verdade a emissão bruta do metano é um pouco maior na pastagem desse capim (38,7 kg CH₄/ha/ano) comparado com pastagem natural (31,2 kg CH₄/ha/ano), mas a produção de leite e o ganho de peso por animal, por dia, é três

vezes maior (MARTINO, 2010). Esse autor indica ainda, para o Uruguai, uma média de 45,8 kg CH₄/ha/ano e apresenta como exemplo 4 faixas de emissão em quilos de CO₂e/kgPC, em função da dieta de bovinos: entre doze e dezoito para pastagens de alta qualidade (como na Nova Zelândia), entre vinte e quarenta para o gado alimentado com ração e em pastagens de média qualidade, entre 40 e 100 para pastagens tropicais pobres, e finalmente, muito acima de cem para pastagens em áreas florestais tropicais recém desmatadas.

A partir dos referenciais acima, é possível fazer estimativas para propor e discutir valores de plantio de árvores da Mata Atlântica para a compensação de emissões do gado.

Resultados e Discussão

Fazendo-se conversões e transformações para o gado de corte brasileiro, pode-se multiplicar o peso médio de 255 kg de carcaça (ROÇA, 2000), pelo valor médio de 28 kg CO₂e/kgPC, que é média nacional brasileira (CEDERBERG et al., 2009), levando a que um boi (médio) representa a emissão de 7.140 kg CO₂e. Para projetos de compensação anual de emissões, são necessárias outras estimativas, pois os valores acima são para a vida toda do animal. Encontra-se uma boa variação na longevidade de bovinos. E segundo Nascimento (2011, s.p), “a evolução do zebuínio nos últimos anos foi acelerada e decisiva para os ganhos na pecuária. O boi era abatido com cinco, seis anos de idade, em média. Hoje, no Brasil Central, essa média, com a ajuda do nelore, caiu para três anos.”

Se considerarmos a ajuda do nelore e adotarmos três anos como tempo médio

para o abate, as emissões anuais de um boi ficariam, portanto, da ordem de 2.380 kg CO₂e. Pode-se discutir que esses são valores médios. De fato, pois o zebuino que aparece na reportagem mencionada como grande campeão da Expoinel, o touro Regato AJJ, filho do renomado Bitelo, pesa 1.285 kg aos três anos. Se for abatido e 54,5% de seu peso for comercializado (700 kg), representa um total de 19.600kg CO₂e. Se dividirmos pelos seus três anos de vida, ficamos com a emissão anual de 6.500kg CO₂e. Ou seja, em um ano, ele seria responsável pelas emissões de um nelore de valores médios pela vida toda de cinco anos.

Para as emissões anuais do gado leiteiro, e tratando-se de parâmetros mais comuns, encontram-se informações de que uma vaca leiteira deve contribuir com emissões variando dentro de uma grande faixa, que vai da ordem de 1.500 kg a 3.000 kg CO₂e/ano na França, ou 7.500 kg na África do Sul, ou ainda 10.500 kg CO₂e/ano no Novo México (CABRERA, 2000). Para o Brasil, segundo Primavesi et al. (2004), as emissões de novilhas em pastagem sem adição de insumos, poderiam ser consideradas como padrão e são para o metano da ordem de 66 a 72 kg CH₄/animal/ano. As publicações mais recentes da Embrapa indicam de fato um valor próximo ao valor inferior dessa faixa, de 62kg CH₄/animal/ano (EMBRAPA, 2006) e ainda o valor de 30,6 kg N₂O animal/ano (EMBRAPA, 2010). Ao se fazer as conversões para CO₂e desses dois gases, chega-se a um valor (= 10.242 kg CO₂e/ano), próximo a aquele indicado para o Novo México e ao que foi encontrados por Almeida (2011) para a emissão vacas leiteiras do município mineiro de Campo Magro (10.800 kg CO₂e/ano por cabeça). Esse autor indica ainda, para as vacas secas (bovinos de corte)

um valor de 6.310 kg CO₂e/ano/cabeça, muito acima do que se estava discutindo no parágrafo anterior sobre nelores abatidos com 3 anos de idade. E isso se explica por não estar sendo considerado por Almeida (2011) o sequestro que as pastagens fazem.

O rebanho bovino do Brasil era estimado, em 2008, em cerca de 170 milhões de cabeças de gado, ocupando pouco mais de 172 milhões de hectares. A pecuária de corte somada à de leite formam de fato a maior fonte emissora nacional, com mais de 260 milhões de tCO₂e/ano, o que equivale a mais de 42% das emissões brasileiras de GEE (DE ZEN et al., 2008). Dividindo-se um pelo outro, chega-se a que cada cabeça de gado é responsável por 1.530 kg CO₂e/ano, semelhante ao menor valor indicado para vacas leiteiras da França mencionado acima (1.500 kg a 3.000 kg CO₂e/ano). Esses valores indicados por De Zen et al. (2008) não são justos, pois estão excluídas as emissões de GEE geradas pelas queimadas e desmatamentos para pasto, mas servem para os propósitos do presente trabalho que se propõe a estabelecer valores para a região do Vale do Paraíba e Costa Verde do Rio de Janeiro, aonde não há desmatamento para se formar pasto.

Paulino e Teixeira (2009), adaptaram dados de Pedreira e Primavesi (2008), argumentando que a expectativa de fixação de CO₂ proveniente da atmosfera pelas plantas forrageiras é muito grande, considerando o potencial de produção de matéria seca das plantas de clima tropical. Segundo esses autores, o gado, consumindo forragem e sal mineral em pasto bem manejado de *Brachiaria*, emite 1.445 kg CO₂e/ano/cabeça e um hectare desse pasto (parte aérea mais raiz) poderia sequestrar até 60 t CO₂e/ano. Outro estudo de 2008, encomendado pelo

Fórum Nacional Permanente da Pecuária de Corte da Confederação Nacional da Agricultura (CNA), e elaborado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo (CEPEA) menciona o tamanho do rebanho nacional como sendo de 185 milhões de cabeças, e indica que cada uma delas lança ao ar 1.180 kg CO₂e por ano (BACCHI et al., 2008). O estudo também argumenta que, proporcionalmente, as pastagens sequestram 780 kg desse total. E a emissão real dessa atividade deve ser na verdade de 400 kg CO₂e por ano, por animal, valor que a partir daqui, vamos assumir para os propósitos do presente trabalho.

O CO₂ absorvido e estocado no solo, de fato precisa ser levado em conta. Segundo estimativas para todo o Brasil (8,5 milhões de km²) existem estoques de Carbono da ordem de 39, 52, 72 e 105 Pg (petagramas = 10¹⁵g), respectivamente para as camadas de 0-30, 0-50, 0-100 e 0-200 cm de solo, o que corresponde aproximadamente a 40% de todo o Carbono armazenado nos solos da América Latina (BERNOUX; VOLKOFF, 2006). Isso representa uma variação entre 4.600 a 12.300 kg de carbono por hectare, para essas faixas de profundidades. Para cerrados que foram transformados em pastagens, uma compilação de estudos da literatura mostra que há um acúmulo médio de 1.300 kg C/ha/ano, variando entre -900 e 3.000 kg devido ao manejo adotado (BUSTAMANTE et al., 2006). Deve-se assumir, portanto, que se por um lado o gado emite os gases de efeito estufa, por outro lado a pastagem se encarrega de absorver o CO₂ mitigando natural e parcialmente esse efeito.

O CCLepac é essencialmente uma ferramenta de educação ambiental para programas de recuperação da Mata Atlântica

na região da Costa Verde do Rio de Janeiro, região entre Paraty e Angra dos Reis. Seu princípio foi em uma disciplina de graduação da Unicamp em 2010, e as árvores que tiveram o plantio financiado foram plantadas na Rodovia Rio-Santos, em um programa que já existia para arborizar as suas margens. O propósito é criar uma cortina de sombra e inibir o crescimento do capim de beira de estrada, que seca na época de estiagem, e é com frequência incendiado criminosamente (ANDRADE et al., 2011).

Na região da Costa Verde do litoral fluminense, o Diagnóstico Municipal (2008) estimava para 2006 um efetivo de rebanho bovino com 4.500 cabeças de gado. Informações mais atuais da Emater e de pecuaristas de Paraty, indicam para o município hoje, um máximo de 3.000 cabeças. As emissões de GEE desse gado são emissões autóctones, liberadas na própria região da Costa Verde. Do sul do Estado de São Paulo até o Rio de Janeiro, ocorre uma grande reserva contínua de floresta Atlântica do país, e próximo, na bacia do Vale do Paraíba há um rebanho bovino de aproximadamente 600.000 cabeças distribuídos em mais de 11.800 Unidades de Produção Agropecuária, destinados ao corte, produção de leite e misto (SACHS et al., 2006). O gado emite GEE e as suas pastagens sequestram parte dessas emissões. A diferença, bem poderia ser financiada na forma de plantio de árvores para recuperar áreas degradadas, seja na forma de corredores biológicos, sistemas de agrofloresta ou mesmo de pastos arborizados.

São necessários muitos estudos, de forma a verificar todas as variáveis mencionadas acima. E o mesmo se aplica para um gado fora dessa região. Mas se não considerarmos rebanhos em áreas da Amazônia, ou o gado confinado comendo

soja e milho, e ainda, se a pretensão for uma compensação das emissões, e não neutralizar ou zerar, pode-se chegar a uma proposta.

No artigo “Afinal, quanto carbono uma árvore sequestra?”, Lacerda (2009) indica o uso de um modelo que estima o carbono fixado pelas árvores num horizonte de 20 anos, tendo como variável dependente o diâmetro do tronco. Nesse estudo foram avaliados quatro reflorestamentos de espécies nativas da Mata Atlântica, implantados entre 2000 e 2005 no estado de São Paulo. Os resultados mostraram uma grande variação no crescimento das florestas plantadas e os cálculos resultaram numa estimativa média de 249,6 kg CO₂e por árvore (LACERDA, 2009). Esse autor indica também, que para se tomar uma atitude conservadora, pode-se adotar a captação de 140 kg CO₂e por árvore até os vinte anos de idade, que foi o pior resultado que obtiveram, para a região de Valparaíso - SP. A calculadora de carbono do CCLepac (LEPAC, 2011) trabalha com estimativas adaptadas do *Greenhouse Gas Protocol*, e usa os parâmetros do *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) e *World Resources Institute* (WRI).

O Programa CCLepac tem assumido que uma árvore plantada leva à compensação de 200 kg CO₂e, crescendo até os trinta anos, o que significa 25% mais sequestro do que a estimativa média proposta por Lacerda (2009), que é para vinte anos de crescimento das árvores. E ainda, representa um valor aparentemente semelhante ao adotado pelo Carbono Seguro (2012), mencionado anteriormente como 190 kg CO₂e para 37 anos de crescimento.

Conclusão

Considerando-se os argumentos e ponderações feitas, e no sentido de que pecuaristas se atentem e adentrem à essa nova era das economias do mercado de Carbono, assumimos que um boi emite 610 kg CO₂e por ano e uma árvore do CCLepac sequestra 200 kg CO₂e em trinta anos para a região da Costa Verde e Vale do Paraíba, região entre o norte de São Paulo e sul do Rio de Janeiro. Isso resulta na necessidade do plantio de três árvores por ano para a compensação das emissões de GEE de um único boi ou vaca leiteira nessas condições.

Referências

ALMEIDA, R. **Diretrizes para elaboração de inventários de emissões de gases de efeito estufa em municípios de pequeno e médio porte**. 2011. 195 f. : il. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Ambiental) – Universidade Positivo, Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://pgamb.up.com.br/painelgpa/uploads/imagens/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Rodrigo.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2012.

ANDRADE, C. F. S.; RODACOSKI, J. L.; COLLESI, G. S. P.; DE FARIA, S. P. Recuperação da cobertura vegetal do Quilombo do Cabral em Paraty, RJ – Bases de um projeto socioambiental de extensão. **Revista Ciência em Extensão**, v.9, n.3, p.7-20, 2013. ISSN 1679-4605.

ANDRADE, C. F. S.; VELLOSO, S. L.; NASCIMENTO, M. C.; MAURER, V. C.; GAMA, F. M. P. Carbono compensado LEPAC como ferramenta para a recuperação da Mata Atlântica Adjacente à BR-101 em Paraty, RJ. In: ROAD ECOLOGY BRAZIL, 2., 2011, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2011. p. 3-18. v.1. Disponível em: <http://www.dbi.ufla.br/reb2011/anais_REB2011.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2012.

BACCHI, D. B.; SCAGLIA, M. H.; BARIONE, L. G.; DE ZEN, S. **Pecuária de Corte** – Impactos ambientais e emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). 2008. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/51759032/Impactos-ambientais-e-emissoes-de-gases-efeito-estufa-GEE-gado-de-corte>>. Acesso em: 2 jun. 2012.

BELFORT, A. F. O mito do carbono zero. **Jornal do Comércio**, Porto Alegre, [s.p.], 28 set. 2008. Disponível em: <<http://onginiciativaverde.wordpress.com/2009/10/05/o-mito-do-carbono-zero-acervo-29092008/>>. Acesso em: 7 abr. 2012.

BERNOUX, M.; VOLKOFF, B. **Soil carbon stock in soil ecoregions of Latin America**. In: LAL, R.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J.; CERRI, C. E. P. Carbon sequestration in soils of Latin America. New York: Haworth, 2006. p.65-75.

BUSTAMANTE, M. M. C.; CORBEELS, M.; SCOPEL, E.; ROSCOE, R. **Soil carbon and sequestration potential in the Cerrado Region of Brazil**. In: LAL, R.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J.; CERRI, C. E. P. Carbon sequestration in soils of Latin America. New York: Haworth, 2006. p.285-304.

CABRERA, V. **Greenhouse gas, climate change, and dairy farming in New Mexico**. New Mexico State University Report, 2000. Disponível em: <<http://aces.nmsu.edu/ces/dairy/documents/greenhousegas.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

CARAVIELLO, D. **Longevidade em rebanhos leiteiros** - parte 1/2. 2010. (doc). 15p. Disponível em: <www.ucbweb.castelobranco.br>. Acesso em: 05 abr. 2012.

CARBONO SEGURO. Programa de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD). **Iniciativa verde**. São Paulo, [S.I.], 2012. Disponível em: <www.iniciativaverde.org.br/__novosite/carbono-seguro.php>. Acesso em: 07 fev. 2012.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, v.31, n.4, p. 1-6, 2007.

CEDERBERG, C.; MEYER, D.; FLYSJÖ, A. Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of energy and land in Brazilian beef production. **SIK-Report**, Sweden, n. 792, 2009. The Swedish Institute of Food and Biotechnology: Gothenburg, 2009. ISBN 978-91-7290-283-1. Disponível em: <<http://www.sik.se/archive/pdf-filer-katalog/SR792.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2012.

CEDERBERG, C.; PERSSON, U. M.; NEOVIUS, K.; MOLANDER, S.; CLIFT, R. Including carbon emissions from deforestation in the carbon footprint of Brazilian beef. **Environmental Science & Technology**, v. 45, p. 1773–1779, 2011. Disponível em: <http://www.fcfn.org.uk/sites/default/files/Calculating_Carbon_Emissions_from_Brazilian_Beef.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2012.

COUTO, C. Filé aos pulos. O governo australiano propõe substituir a carne bovina pela de canguru para conter o aquecimento global. No Brasil, boa parte da solução está nas pastagens. **Globo Rural**, São Paulo, [S.I.], 2008. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1691348-2869,00.html>>. Acesso em: 25 abr. 2012.

De ZEN, S.; BARIONI, L. G.; BONATO, D. B. B.; SCAGLIA, M. H.; RITTL, T. F. **Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa**. Piracicaba, 2008. 6 p. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_Carbono_pecuaria_SumExec.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2012.

DELL, M. **How much native bush land to you need to make a cow carbon neutral?** GREEN ANSWERS, 2011. Disponível em: <<http://greenanswers.com/q/238320/sustainability-development/sustainability/how-much-native-bush-land-you-need-make-cow-carbo>>. Acesso em: 7 fev. 2012.

DIAGNÓSTICOS MUNICIPAIS. **Baía da Ilha Grande**. UNACOOOP, 2008. 100 p. Disponível em: <http://www.unacoop.org.br/docs/diag_municipais.pdf>. Acesso em: 15 maio 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Relatórios de referência: Emissões de óxido nitroso (N₂O) provenientes de solos agrícolas**. Brasília: MCT, 2006.

_____. **Relatórios de referência: Emissões de óxido nitroso de solos agrícolas e de manejo de dejetos**. Brasília: MCT, 2010.

GERBER, P. J.; STEINFELD, H.; HENDERSON, B.; MOTTET, A.; OPIO, C.; DIJKMAN, J.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G. **Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. 95 p.

GIBBS, H. K.; BROWN, S.; ONILES, J.; FOLEY, J. A. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. **Environmental Research Letters**, v. 2, n.4, p.2-12, 2007.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Fourth assessment report: climate change 2007 (AR4)**. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml#.T94fG7X2a8A>. Acesso em: 17 Jun. 2012.

JOHNSON, D. E.; PHETTEPLACE, H. W.; SEIDL, A. F.; SCHNEIDER, U. A.; MCCARL, B. A. Management variations for U.S. beef production systems: effects on greenhouse gas emissions and profitability. In: INTERNATIONAL METHANE AND NITROUS OXIDE MITIGATION CONFERENCE, 3., 2003, Beijing. **Proceedings...** Beijing: China Coal Information Institute, 2003. p.953-931.

LACERDA, J. S. **Afinal, quanto carbono uma árvore sequestra?**. ((o))eco, Associação O Eco, [S.I.], 1 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.oeco.com.br/convidados/64-columistas-convidados/23034-afinal-quanto-carbono-uma-arvore-sequestra>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

LEAN, G. Cow 'emissions' more damaging to planet than CO2 from cars. **The Independent**, 10 Dec. 2006. Disponível em: <<http://www.independent.co.uk/environment/climate-change/cow-emissions-more-damaging-to-planet-than-co2-from-cars-427843.html>> Acesso em: 12 abr. 2012.

LEPAC. Laboratório de Estudos e Pesquisas em Artes e Ciências. **Calculadora do programa carbono compensado**. Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.preac.unicamp.br/lepac/carbono/calculadora>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

MARCONDES, T. C.; ANDRADE, C. F. S.; VELLOSO S. L. Educação ambiental para a adesão aos princípios do carbono neutro em Paraty, RJ. **Revista Educação Ambiental BE-597**, v. 3, p.14-23, 2010. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/>. Acesso em: 7 fev. 2012.

MARTINO, D. L. **Overview of enteric fermentation methane emissions and options for mitigation** – Methane to Markets Partnership Expo, New Delhi, 2010. Disponível em: <http://nicholasinstitute.duke.edu/ecosystem/t-agg/april-experts-meeting-2010/Martin_T-AGG_Chicago2010.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2012.

NASCIMENTO, S. Para nelorista ortodoxo, a raça indiana virou brasileira. **Globo Rural**, São Paulo, [S.I.], 2011. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,ERT277304-18282,00.html>>. Acesso em: 25 abr. 2012.

PAULA, M. D de; COSTA, C. P. A.; TABARELLI, M. Carbon storage in a fragmented landscape of Atlantic forest: the role played by edge-affected habitats and emergent trees. **Tropical Conservation Science**, v.4, n.3, 349-358, 2011.

PAULINO, V. T.; TEIXEIRA, E. M. L. **Sustentabilidade de pastagens** – manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa. CPG - Produção animal sustentável, Ecologia de Pastagens, IZ, APTA/SAA, 2009. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1261419672.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2012.

PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O. **Atuações zootécnicas para a adequação ambiental na bovinocultura**. In: Zootec. João Pessoa: [S. I.], 2008. p. 1-14.

PINJUV, G. Gigaton analysis of the Livestock Industry: the case for adoption of a moderate intensification model. **Carbon War Room**, April, 2011.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T.; BARBOSA P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.3, p.277-283, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n3/a11v39n3.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2012.

ROÇA, R. O. **Rendimento do abate de bovinos**. 2000. Disponível em: <<http://puccs.campus2.br/~thompson/Roca114.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2012.

SACHS, R. C. C.; PINATTI, E.; GIANNOTTI, J. G.; FRANCISCO, V. L. F. S.; BEZERRA, L. M. C. Caracterização da pecuária no Vale do Paraíba Paulista utilizando a análise multivariada. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 51., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Instituto de Biociências/UNESP, 2006. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/congressos/bio_rbras06.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2012.

SILVESTER, A. **Agree or disagree: go green, kill a cow**. 2007. Disponível em: <http://www.hippyshopper.com/2007/03/agree_or_disagr_1.html>. Acesso em: 12 abr. 2012.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; DE HAANL, C. **Livestock's Long Shadow** – Environmental issues and options. Rome: FAO, 2006. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

TITO, M. R. **Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais**. Belém: Centro Mundial de Agroflorestas ICRAF, 2010. 81 p. ISBN: 978-92-9059-248-8. (Manual Técnico 11).

WILLIAMSON, R. CO₂ and CO₂-e, are we getting confused? **Consumer Energy Report**, 2 Mar. 2009. Disponível em: <<http://www.consumerenergyreport.com/2009/03/02/co2-and-co2e-are-we-getting-confused/>>. Acesso em: 7 abr. 2012.

ZOLNERKEVIC, I. Efeitos globais do bife brasileiro - Desmatamento para pastagens na Amazônia é responsável por aproximadamente 50% dos gases de efeito estufa no país. **Scientific American Brazil**, v. 82, [S.I.], 2009.