

## **Desempenhos econômico e ambiental de um sistema de produção na Amazônia Legal: Uma análise de ciclo de vida**

**Autor: Tiago Teixeira da Silva Siqueira**  
**Filiação: Université de Toulouse – França/INRA**  
**E-mail: tiago.teixeira@toulouse.inra.fr**

**Autor: Thiago Bernardino de Carvalho**  
**Filiação: FEA/USP**  
**E-mail: tbcarval@gmail.com**

**Autor: Daniel Marcelo Velazco Bedoya**  
**Filiação: FEA/USP**  
**E-mail: dmvb@msn.com**

**Autor: Sérgio De Zen**  
**Filiação: ESALQ/USP**  
**E-mail: sergzen@usp.br**

### **Grupo de Pesquisa: Agropecuária, Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**

#### **Resumo**

Em 2050, o desafio do planeta consistirá em alimentar uma população de 9,3 bilhões de pessoas com uma produção de alimentos de menor impacto e menor uso de recursos naturais. O setor da pecuária, considerado como um dos maiores poluidores e utilizadores de recursos do planeta (Steinfeld *et al.*, 2006), têm papel fundamental nesse contexto. Com base neste cenário objetivou-se quantificar os impactos ambientais e os resultados econômicos decorrentes do processo produtivo de uma fazenda de pecuária bovina de corte para se identificar os principais focos de ação visando ao mesmo tempo maior rentabilidade e menor pressão sobre o meio-ambiente. Para tal, realizou-se uma decomposição dos custos e um cálculo dos diferentes impactos, com base em uma análise de ciclo de vida de um sistema de produção de ciclo completo em uma fazenda “típica” localizada na Amazônia Legal. As emissões por kg de carne produzida em relação ao aquecimento global bruto, ao aquecimento global líquido, à acidificação potencial, à eutrofização potencial, ao consumo de água e à ocupação de superfícies são respectivamente, 15,01 kg eq.CO<sub>2</sub>, -5,7 kg eq CO<sub>2</sub>, 67 g eq. SO<sub>2</sub>, 40,65 g eq PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, 220,55 litros e 124,74 m<sup>2</sup>. Do ponto de vista econômico, verificou-se que essa atividade pecuária é rentável a curto prazo, enquanto que no médio e longo-prazo se torna deficitária. Por final, confrontando-se os resultados econômicos aos ambientais e relacionando-os aos componentes estruturais do sistema conclui-se que os focos de ação prioritários para a melhoria de ambos são os animais e o uso da terra, pois o uso deficitário da terra e a produtividade reduzida dos animais são os principais determinantes tanto do desempenho econômico quanto dos impactos ambientais deste sistema de produção.

Palavras-chave: Emissão de CO<sub>2</sub>, Rentabilidade, Pecuária de corte, Ciclo de Vida, Fazenda típica.

#### **Abstract**

*The main challenge of the food production chains worldwide is to supply the 9.3 billion of people estimated in the world in 2050 considering the environmental and social impacts of their production, it means an environmentally and friendly production. In this context, it's important mention that the livestock industry - an important sector to the food supply - is considered the largest planet's polluters and also one of the major users of natural resources (Steinfeld et al., 2006). Based on this world concern this study aims to quantify the environmental impacts and the economic results of one cattle*

*beef farm in order to be able to identify the main action points to increase the profitability and also reduce the environmental pressure of this production system. To this, were calculated the life cycle assessment (LCA) of one “typical farm” of livestock production in the Legal Amazon region. The results showed the emissions by kilogram of beef produced in the following aspects: gross global warming, net global warming, potential acidification, potential eutrophication, water consumption and the land occupation of, respectively, 15,01 kg eq.CO<sub>2</sub>, -5,7 kg eq CO<sub>2</sub>, 67 g eq. SO<sub>2</sub>, 40,65 g eq PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, 220,55 liters e 124,74 m<sup>2</sup>. In the economic analysis the farm were profitable at the short term but, on the other hand, were less efficient at the medium and long term. Finally, associating the structural of the environmental and economic results was concluded that the main action points to improve both aspects are the animals and the land use, because the deficient land use and the animal’s low productivity are determinants to the economic performance and environmental impacts of this farm.*

**Key words:** CO<sub>2</sub>footprint, Profitability, Beef cattle, Life Cycle Assessment, Typical farm.

## 1. Introdução

Um dos maiores desafios do planeta será de responder a um aumento de 70% na demanda alimentar até 2050, em um contexto global de redução de recursos naturais e de pressão política e da sociedade para a redução dos impactos ambientais (FAO, 2009a). Dentro da cesta de consumo da população mundial, destacam-se os alimentos de origem animal que também terão a sua demanda aumentada.

Em razão do crescimento populacional, mas principalmente devido ao aumento de renda em países emergentes, assim como diferentes políticas governamentais, a demanda por proteína animal cresceu muito nos últimos anos, mais precisamente na última década. No entanto os consumidores e importadores têm buscado além de qualidade e preço, produtos ligados ao bem estar animal e também que proporcionem menor dano ao meio ambiente. Neste sentido, devido à representatividade do Brasil na bovinocultura mundial, cabe ao país entender e atender essas demandas internacionais superando os desafios da produção sustentável do ponto de vista ambiental e social que tem ganhado importância na sociedade.

A indústria de carne bovina brasileira tem destaque nacional e internacional devido a sua grande representatividade econômica, política e social. Nacionalmente, de acordo com levantamentos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea/Esalq-USP) as pecuárias<sup>1</sup> foram responsáveis por 30,4% do PIB do Agronegócio ou 6,4% do PIB do Brasil em 2011. Vale destacar que a pecuária bovina tem grande representatividade no total do valor de renda gerado por esse grupo. Do ponto de vista internacional, o país é destaque por possuir o maior rebanho comercial do mundo além de ser também o maior exportador de carne bovina.

Apesar de sua grande representatividade econômica e social, esta atividade também desponta como uma das mais agressoras ao meio ambiente. Vale destacar o relatório realizado por *Steinfeld et al., 2006* e publicado no mesmo ano pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, acrônimo em inglês), intitulado *Livestock’s Long Shadow—Environmental Issues and Options*, que abordou diversas implicações negativas ao meio-ambiente resultantes principalmente da pecuária bovina:

*“A produção pecuária é um dos maiores contribuidores dos mais sérios problemas do meio-ambiente nos dias de hoje.*

*“É necessária uma ação urgente para remediar essa situação”*

Henning Steinfeld<sup>2</sup> – (Nações Unidas, 2006 – tradução feita pelos autores)

<sup>1</sup> Inclui as rendas geradas por aves para corte, leite, ovos, suínos e boi para corte.

<sup>2</sup> Henning Steinfeld é coordenador do setor de análises e políticas do setor pecuário da FAO.

Conjuntamente a esse relatório, outros diversos estudos também apontam a pecuária bovina como uma das principais responsáveis por mudanças significativas no ecossistema natural, além de outros diversos impactos ambientais, apesar de contribuir positivamente para a economia e para a sociedade como um todo.

Neste contexto, diversos órgãos mundiais, além de instituições de pesquisa, governos e os mesmos agentes do setor passaram a focar mais na organização dessa indústria. Associado a isso, questões práticas em relação ao termo “sustentabilidade” também já afloravam desde o início da década de 1990 com conceito de “produção sustentável” na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio-Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro (“Rio 92”) (Nações Unidas, 1992) seguindo a definição passada pela Comissão Mundial em Meio-Ambiente e Desenvolvimento em 1987 no relatório de Brundtland: “*desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem afetar a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.*”

Atentando-se ao elo produtivo da pecuária de corte, problemas internos tradicionais à propriedade (técnicos e econômicos) que já geravam importantes questionamentos aos produtores, são agora acompanhados da emergência de uma problemática ambiental relevante. Além disso, devido à competitividade crescente, a pressão pelo uso eficiente de superfícies agrícolas também se torna uma problemática que os produtores rurais devem enfrentar.

Este cenário tem trazido diversas mudanças e também fomentado o desenvolvimento de estudos científicos que abordem essa problemática nas diversas linhas de pesquisa que estão nela associadas, desde questões técnicas, administrativas, econômicas a operacionais.

Neste contexto se evidencia também a importância da quantificação de impactos ambientais de sistemas de produção e a identificação de suas principais fontes de origens nas etapas de produção da fazenda. Isto permite a proposição de ações que possam ser implementadas no âmbito de proporcionar competitividade e sustentabilidade para o setor como um todo.

## **2. Pecuária: utilização de recursos naturais e impactos ambientais**

A redução de recursos naturais associados à problemas ambientais como o aquecimento global, são reconhecidos pelo meio acadêmico, político e pela sociedade como um todo. A pecuária é um importante utilizador de recursos e gera igualmente impactos ambientais no seu processo produtivo. No entanto, sua vantagem em relação à outras atividades reside no fato que ela pode contribuir significativamente para a redução dos impactos pela adoção de sistemas de produção mais respeitosos do meio-ambiente. Em seguida serão apresentados os impactos gerados e a utilização de recursos de sistemas de produção de pecuária de corte considerados neste estudo.

### **2.1 Aquecimento global**

O efeito estufa é um fenômeno natural, porém atualmente acentuado devido emissões geradas pelas atividades humanas o que gera um superaquecimento terrestre. Ele transpõe todas as fronteiras do planeta, sendo todos sujeitos aos seus impactos diretos ou indiretos que podem ser representados por: um aumento de vagas de calor e de frio extremos, um acréscimo do nível dos oceanos e uma mudança de seu ph, uma redução da biodiversidade, um deslocamento de zonas endêmicas de doenças, etc (IPCC, 2001; Steinfeld *et al.*, 2006).

Segundo Steinfeld *et al.* 2006, todas as emissões da pecuária representaria 19% das emissões anuais globais de GEE. Em seus cálculos ele considera todo o sistema agroindustrial envolvido na atividade de pecuária, o desflorestamento para a implantação da pecuária ou alimentos para tal, até o tratamento de resíduos. Este valor coloca a pecuária como o terceiro

maior setor de atividade gerador de poluição. O mesmo autor ainda coloca a produção de herbívoros como muito poluidor em relação à criação de suínos ou aves Tabela 2.

Ainda, deste total emitido pela pecuária observa-se que a maior parte é proveniente do sistema de produção (Figura 1). O trabalho desenvolvido pelo Environmental Working Group (2011) demonstra que para a carne bovina em torno de 92 % das emissões de equivalente CO<sub>2</sub> são provenientes do processo de produção até a porta da fazenda. Isto implica que estudos sobre as fontes de emissões nos sistemas de produção (antes da porteira), além de esforços neste mesmo perímetro devem ser priorizados quando se objetiva reduzir os impactos globais do produto carne bovina.

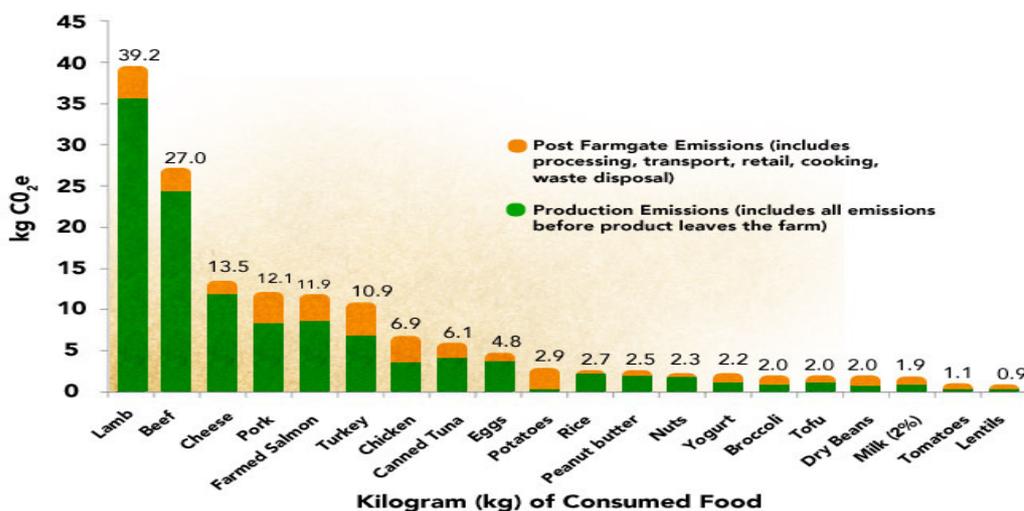


Figura 1: Emissão de CO<sub>2</sub> antes e pós-porteira de alguns produtos

Fonte : Environmental Working Group, 2011

No entanto é importante relativizar os fatos e considerar que o sistema de produção pode compensar suas emissões graças às áreas de preservação permanente, áreas arborizadas, cobertas por gramíneas e também por meio de técnicas de produção que minimizem o impacto da atividade. A preservação destas áreas permite uma estocagem de carbono nos solos entre 500 kg et 1200 kg de C/ha/ano (Arrouays *et al.*, 2002, Soussana et Lüscher., 2007; Shulze et al., 2009) e entre -1530 à 3500 kg de C / ha/ano para pastagens tropicais (Carvalho et al., 2010; Bustamante et al., 2006). O processo de fotossíntese e de estocagem nos órgãos subterrâneos das plantas reduz a concentração de dióxido de carbono atmosférico. Portanto as emissões devem ser subtraídas desta estocagem para se ter a real contribuição da pecuária nos impactos sobre o aquecimento global.

## 2.2 Acidificação

A acidificação é um fenômeno de modificação das propriedades físico-químicas do ar e da água por poluentes que quando em contato com a umidade do ar se oxidam formando ácido sulfúrico e ácido nítrico que se encontram posteriormente nas precipitações (ADEME, 2011). Este fenômeno, conhecido também como chuva ácida, reduz o pH de rios, lagos e solos o que acarreta o desaparecimento de espécies a degradação de solos causando desequilíbrio ecológico. O dióxido de enxofre, os óxidos nitrosos e a amônia são os principais gases emitidos pela pecuária e na fabricação e transporte de insumos usados contribuintes à este impacto.

## 2.3 Eutrofização

A eutrofização consiste em um enriquecimento de rios e lagos por elementos nutritivos que provoca a multiplicação de plantas e algas reduzindo drasticamente da quantidade de oxigênio e a produção de compostos tóxicos. Estes dois fatos acaba tornando os meios aquáticos inapropriados para a sobrevivência de espécies causando à morte de espécies e a perturbação da cadeia alimentar. A pecuária contribui com este fenômeno graças ao nitrogênio e ao fósforo eliminado pelos animais (Armand et al., 2000) mas também devido a utilização de insumos.

## 2.4 Consumo de água

O setor de pecuária representa o consumo de 8% da água mundial (FAO, 2009b). O consumo de água para a produção animal é uma problemática importante para alguns países onde este recurso é raro ou em épocas de escassez, pois ele entra em competição com o consumo humano. Segundo Mekonnen et Hoekstra, 2012 o consumo de água para a produção de uma caloria de carne bovina é vinte vezes superior que para a produção de 1 caloria de cereais ou de féculentos. Assim sendo, este recurso deve ser utilizado de maneira eficiente tanto pela pecuária que por outros setores da economia.

## 2.5 Ocupação de superfícies

A redução mundial de superfícies agricultáveis devido à urbanização, a artificialização de terrenos e à praticamente interdição de desmatamento, associado ao aumento das necessidades mundiais por alimentos coloca em cheque a pecuária, o primeiro utilizador de terras no planeta 80% da superfície agrícola total do planeta FAO (2009b). Portanto sua utilização eficiente se torna uma questão fundamental para a sustentabilidade.

## 3. Objetivo

Considerado este cenário e visando responder estas problemáticas os principais objetivos deste trabalho são:

- 1: Quantificar os impactos gerados pela propriedade e os custos de produção
- 2: Encontrar as principais fontes dos diferentes impactos e do desempenho econômico
- 3: Identificar pontos para a melhoria dos resultados econômicos e ambientais do sistema de produção de ciclo completo típico localizado na Amazônia Legal

## 4. Materiais e Métodos

Primeiramente realizou-se o levantamento de dados técnicos e econômicos de uma propriedade típica através de um painel (Plaxico & Tweeten, 1963). Posteriormente a avaliação econômica da propriedade foi realizada de uma análise dos custos de produção calculados com base em Matsunaga *et al.*, 1976.

Para a análise ambiental se procedeu da seguinte maneira: A norma NBR ISO 14040 e 14044 de análise de ciclo de vida enquadraram o estudo. A metodologia IPCC 2006 Nível 2 foi utilizada para o cálculo das emissões de gases que contribuem ao aquecimento global e as perdas de  $\text{NH}_3$  e  $\text{NO}_3^-$  com exceção cálculo de emissões geradas pelo consumo direto de energia e de combustíveis no que tomou-se como referência GES'TIM, 2010.

Este último trabalho foi utilizado como referência para se calcular a estocagem de carbono nos solos de pastagens e florestas. A exemplo deste autor considera-se que uma área de pastagem de menos de 30 anos estoca 1.833,33 kg de  $\text{CO}_2$ /ha/ano e com mais de 30 anos 733,33 kg  $\text{CO}_2$ /ha/ano. O valor de 1.833,33 kg de  $\text{CO}_2$ /ha/ano foi extrapolado para 1 ha de floresta pois vários autores indicam que a estocagem em pastagens pode ser igual ou superior ao estocado em florestas (Buurman *et al.*, 2004; Amézquita *et al.*, 2008; Chain and McCoy,

2010). Mesmo se esses valores não representam a realidade exata do sistema estudado eles permitem a contabilização destes serviços ambientais na análise do balanço de carbono da fazenda. Ainda para o cálculo dos impactos diretos NRC (1981) foi utilizado para se estimar o total de água consumida pelos animais. Esta metodologia considera fatores como a temperatura e o total de matéria seca ingerida.

Para o cálculo das emissões de poluentes indiretos, devido à utilização de combustíveis e energia, dados da base privada Ecoinvent (v2.0, 2007) foram utilizados como referência. Essas emissões diretas e indiretas são então somadas para se formar os impactos ambientais.

#### 4.1 Fazendas típicas

Os dados primários foram levantados através do sistema de grupo focal e painel, o qual define propriedades representativas, de acordo com a descrição de Plaxico & Tweeten (1963). Estes autores descrevem o sistema de fazendas representativas como ideal para estudos de unidades produtivas do meio rural. O Painel é um procedimento de obtenção de informações menos oneroso que o levantamento censitário ou amostral de unidades agrícolas. Outra vantagem é que proporciona uma maior agilidade e versatilidade na atualização dos dados, sem comprometer a qualidade dos mesmos. Contudo, não permite extrair inferências estatísticas, devido ao reduzido tamanho das amostras.

Esta metodologia de levantamento de dados é uma adaptação de sistemas de levantamento e acompanhamento de custos feitos em outros países, como nos EUA e Alemanha. No Brasil o Cepea/Esalq/USP usou esse tipo de metodologia para outros trabalhos de pesquisa de reconhecido rigor técnico como o Banco Mundial.

#### 4.2 Cálculo do custo de produção

O cálculo do custo de produção na pecuária foi com base nos conceitos obtidos através do trabalho de Matsunaga *et al.*, 1976. A grande variabilidade de métodos empregados nos cálculos de custos de produção dificulta a comparação dos diversos estudos que se relacionam com esse tema, por isso são apresentados os principais itens que compõem os custos.

- **Custo operacional efetivo (COE):** refere-se a todos os gastos assumidos pela propriedade ao longo de um ano e que serão consumidos neste mesmo intervalo de tempo. Este item contém os custos chamados de variáveis, por exemplo: medicamentos, suplementação mineral, concentrado, manutenção de benfeitorias, máquinas e forrageiras perenes, entre outros. No caso da utilização de máquinas e implementos em operações como a manutenção de culturas perenes e pastagem, os valores da hora-máquina e hora-implemento também são determinados, além de alguns custos fixos como impostos e contribuições, que são caracterizados também como desembolso pelo produtor.

- **Custo operacional total (COT):** refere-se à soma do COE com o valor das depreciações de benfeitorias, máquinas e implementos, animais de serviço e forrageiras perenes. Neste item também há também a inclusão do pró-labore, referente à retirada mensal do produtor de acordo com sua participação no processo produtivo da propriedade.

- **Cálculo das depreciações:** a depreciação das máquinas e dos implementos utilizados nesta planilha é igual aos cálculos das depreciações de construções, benfeitorias e equipamentos. Todos levam em consideração a depreciação linear, utilizando apenas o valor unitário, o valor residual e o tempo de vida útil em anos de cada bem, com a fórmula descrita abaixo.

$$\text{Depreciação Linear} = \frac{\text{Valor de novo} - \text{Valor de sucata}}{\text{Vida útil (anos)}} \quad (1)$$

- **Custo total (CT):** refere-se à soma do COT com a remuneração sobre o capital investido em benfeitorias, máquinas, implementos, equipamentos, utilitários, animais e forrageiras perenes, utilizando-se da taxa de 6%, referente à aplicação financeira em poupança, sobre o montante aplicado nesses itens. Além da remuneração sobre o capital investido, há também o custo de oportunidade da terra, que acrescenta o valor do arrendamento mais utilizado na região (ex: sacas de soja, arroba de boi, etc.), na área utilizada pela pecuária leiteira.

$$\text{Remuneração do Capital} = \left( \frac{\text{Valor de novo} + \text{Valor de sucata}}{2} \right) * 0,06 \quad (2)$$

- **Cálculo do retorno operacional efetivo (ROE):** obtido a partir da subtração do custo operacional efetivo (COE) da receita bruta calculada em cada painel.

- **Cálculo do retorno operacional total (ROT):** obtido a partir da subtração do custo operacional total (COT) da receita bruta calculada em cada painel.

### 4.3 Análise de Ciclo de Vida (ACV)

Esta é uma metodologia de avaliação de impactos ambientais associados à um produto ao longo de sua vida. Ela é definida pela norma NBR ISO 14040 de 2009 e permite a quantificação dos impactos de um produto, sistema, serviço ou processo ao longo da fabricação e da vida do produto. A norma NBR ISO 14044 de 2009 descreve as características essenciais e de enquadramento metodológicos necessário para a realização de um ACV. Ela não fornece os detalhes que concernem os cálculos dos diferentes impactos, mas permite de definir as diferentes etapas necessárias à sua realização.

Segundo NBR ISO 14040, 2009, a ACV é dividida em quatro fases distintas: 1- definição de objetivos e o escopo, 2- análise de inventário do ciclo de vida, 3- avaliação de impactos ambientais, 4 interpretação. Conforme NBR ISO 14040, 2009 a primeira etapa se define os objetivos da avaliação ambiental, o sistema de produção e o perímetro de estudo. Esta etapa serve igualmente à especificar as emissões, bem como, a unidade funcional consideradas ( ex : kg de carne que saem do sistema, kg de leite produzido, etc ). Na segunda etapa, o inventário dos diferentes fluxos de matéria nos sistemas estudados é demonstrado. A terceira etapa consiste na transformação das emissões em impactos ambientais potenciais. Para tal, os emissões e os fluxos de matéria e de energia indicados na etapa anterior são associados ao fator de caracterização ligado a cada fluxo. Enfim, os resultados da análise de inventários e da avaliação dos impactos são combinados para poder se tirar conclusões e recomendações. Esta etapa é importante e permite à proposição de ações para a melhoria dos processos de produção.

Com o objetivo de uma avaliação de produtos, a ACV é a ferramenta mais adequada (van der Werf *et al.*, 2011). A utilização desta metodologia começa a ganhar espaço na agricultura e pecuária no exterior (Cederberg *et al.*, 2009 ; Beauchemin *et al.*, 2010 ; De Vries 2010 ; Veysset *et al.*, 2011) e também no Brasil (Silva *et al.*, 2010, Olszensvski *et al.*, 2011, Ruviano *et al.*, 2012, Siqueira *et al.*, 2013, Dick *et al.*, 2014).

#### 4.3.1 Aplicação da ACV

##### 4.3.1.1 Fase 1: Objetivos, o sistema de produção e o perímetro de estudo

Têm-se como objetivo apresentar uma visão global dos impactos gerados pelo produto (Kg de carne produzida) em termos quantitativos, identificar as principais fontes dos impactos e propor ações para a melhoria dos processos de produção de um sistema de produção de ciclo completo típico do estado do Mato Grosso.

O perímetro de estudo deste trabalho compreende todas as emissões diretamente ligadas às atividades à fazenda e ao seu funcionamento além das emissões devido à fabricação e transporte de insumos utilizados na propriedade. Ela considera então as missões de cada categoria animal desde o nascimento até a saída da propriedade. As atividades pós-porteira não serão analisadas neste artigo.

Os impactos calculados serão associados à uma unidade funcional que é imprescindível para compreender os resultados e compará-los. Neste estudo a unidade funcional escolhida é o kg de animais vivos produzido que saem da fazenda ou que são autoconsumidos, que será resumido em kg de carne produzida (kg cp). Esta escolha se justifica, pois este trabalho se interessa à função de produção do sistema.

#### 4.3.1.2 Fase 2: Análise de inventário do ciclo de vida

Os diferentes postos de emissão existentes em uma fazenda de bovino de corte foram considerados (Figura 2). Estes postos são ligados diretamente à atividade de bovinocultura de corte. Eles são divididos em postos de emissão direto e indireto. Os postos de emissão diretos são aqueles que acontecem dentro da fazenda:

##### - Fermentação entérica

- Realizada no rúmen dos animais durante a digestão dos alimentos, gera metano ( $\text{CH}_4$ ) um importante gás do efeito estufa

- A restituição de excreções sobre a pastagem é fonte de perda de:

- Azoto mineral por lixiviação,  $\text{N}_2\text{O}$  devido ao processo de nitrificação e desnitrificação,

- Metano ( $\text{CH}_4$ ), Amônia ( $\text{NH}_3$ ) e  $\text{NO}_x$  devido à decomposição e volatilização das excreções

- De  $\text{PO}_4$  por “Run-off”

O  $\text{CO}_2$  emitido na respiração animal não é considerado como zero (IPCC 2006). Considera-se que a quantidade de  $\text{CO}_2$  fotossintetizado pela planta (não acumulados nos órgãos radiculares) é o mesmo que os animais emitem na respiração

- Utilização de combustíveis para atividades de produção de carne bovina da propriedade gera emissão de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e de dióxido de enxofre  $\text{SO}_2$ .

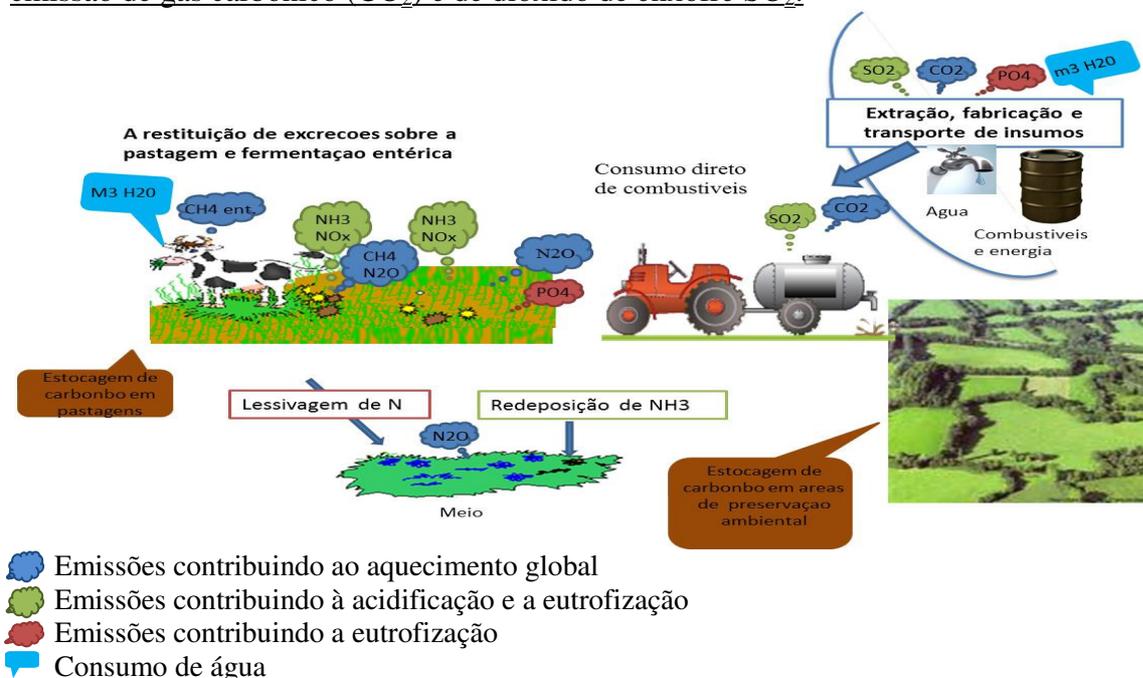


Figura 2: Os diferentes postos de emissão e os diferentes fluxos de matéria

Fonte: Elaborado pelos autores

Enquanto os indiretos ocorrem no exterior da fazenda e são ligadas a utilização de insumos. O conjunto das atividades essenciais para a elaboração de insumos utilizados, desde a extração de matérias-primas até a distribuição, geram impactos ambientais e devem ser contabilizados nos impactos gerados para a produção desta carne.

No entanto esta propriedade tem uma baixa utilização de insumos e só foram considerados os impactos indiretos da utilização de energia e de combustíveis, os outros foram excluídos do campo de estudo. Os produtos veterinários e o sal mineral utilizados na fazenda não foram considerados nos cálculos de emissões caso não existam dados de ACVs destes produtos na bibliografia e nas bases de dados internacionais. A mesma justificativa pode ser utilizada para excluir as sementes do campo de estudo.

As ferramentas de produção (construções, curral, etc), os tratores e os materiais foram excluídos do campo de estudo. Com efeito, a amortização dos materiais conduziria provavelmente a uma emissão anual extremamente baixa, o que influenciaria muito pouco no impacto total da atividade. Além disso, como se trata de um sistema extensivo, a quantidade de materiais e construções é reduzida. As emissões destes produtos e infraestruturas representa uma pequena porcentagem e não interfere significativamente no impacto total de uma propriedade de gado de corte (Cederberg *et al.*, 2009; Gac *et al.*, 2010)

Por outro lado, a presença de pastagens e de superfícies florestais não exploradas comercialmente (reservas legais e áreas de preservação permanentes) devem ser consideradas como parte do sistema de produção. Estas contribuem na fixação de carbono permanente no solo e, portanto na redução de gases causadores do efeito estufa. Estes devem ser então contabilizados no balanço total de emissões da propriedade.

#### **4.3.1.3 Fase 3: Avaliação de impactos ambientais**

Primeiramente se calculou as emissões e fluxos dos postos indicados anteriormente ou seja as emissões de poluentes de toda a propriedade e de suas etapas de produção. A metodologia IPCC (2006) Nível 2, foi utilizada caso é internacionalmente reconhecida e usada. A metodologia GES'TIM (2010) foi utilizada para o cálculo das emissões geradas pelo consumo de energia e de combustíveis. Esta metodologia, desenvolvida por um grupo de pesquisadores franceses é adaptada para análise de sistemas agrícolas. Para o cálculo de emissões indiretas foi utilizado à base de dados Ecoinvent (v2.0, 2007). Esta é à base de dados sobre diferentes ACVs de produtos mais completa do mundo. As fórmulas propostas por essas duas metodologias foram programadas para o cálculo dos gases do efeito estufa no software Microsoft Excel®. Para esta programação básica, planilhas do “Institut de l'élevage” da França foram utilizadas como base.

Os cálculos das emissões são efetuados da seguinte maneira (Figura 3). Dados primários (técnico-econômicos e outros elementos do sistema de produção) são multiplicados por fatores de emissão (segundo IPCC 2006) Os dados secundários são calculados com base em dados primários e compreendem, como por exemplo, a quantidade de Nitrogênio excretado (IPCC, 2006 nível 2). Os dados primários e dados secundários são multiplicados por fatores de emissão resultando então nas emissões

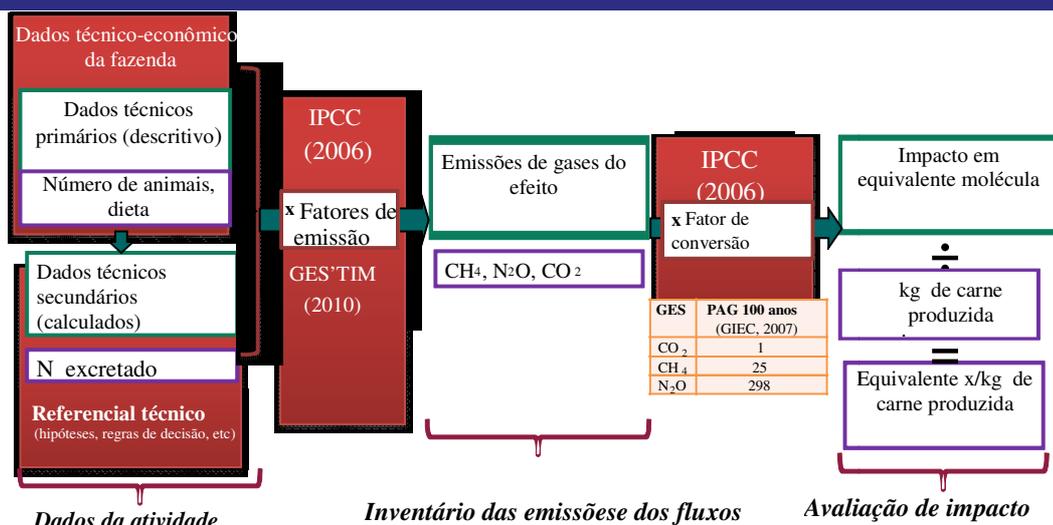


Figura 3 – Estrutura sequencial de cálculos para avaliação de impacto

Fonte: Gac et al., 2010. Elaborado pelos autores

Cada uma dessas emissões das diferentes etapas do processo de produção contribui então para dos impactos ambientais da propriedade. Por exemplo: como representado na Figura 2, a acidificação potencial é composta pela emissão de NH<sub>3</sub>, NO e SO<sub>2</sub> que provêm da utilização de combustíveis e da excreção animal (postos de emissão). Fatores de conversão são necessários para transformar as emissões de diferentes gases em uma unidade única e representativa que é dada em função do impacto analisado (IPCC 2006). Por exemplo: para se transformar 1 kg de CH<sub>4</sub> em “x” kg de CO<sub>2</sub> multiplica-se por 25 (IPCC 2006).

Os impactos consideram todas as emissões provenientes da unidade produtiva, levando em conta todo o ciclo de vida do animal cria-recria-engorda. Em seguida este impacto foi dividido pela unidade funcional, ou seja, kg vivos de animais produzidos e que saem da fazenda para a obtenção de eq. CO<sub>2</sub>/ kg cp (Figura 2). Os impactos ambientais potenciais estudados são Figura 2

- Aquecimento global bruto potencial em kg equivalente CO<sub>2</sub>/ kg de carne produzida
- Aquecimento global líquido potencial em kg equivalente CO<sub>2</sub>/ kg de carne produzida
- Acidificação potencial em g equivalente SO<sub>2</sub>/ kg de carne produzida
- Eutrofização potencial em g equivalente PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>/ kg de carne produzida

Além destes impactos ambientais potenciais também se calculou indicadores de pressão sobre os recursos naturais como:

- Ocupação de superfícies agricultáveis em m<sup>2</sup>/ kg de carne produzida
- Consumo de água em litros/ kg de carne produzida

Estes impactos foram selecionados com base em sua importância no setor da pecuária e com base em publicações internacionais sobre ACV (Ogino et al., 2007, Pelletier et al., 2010, Ridoutt et al., 2011, outros).

## 5. Resultados

### 5.1 Resultados do painel: Descrição da Fazenda e de seus dados técnico-econômicos

A fazenda analisada se localiza no sudoeste do estado do Mato Grosso, na região de Cáceres onde a temperatura média anual é de 26 graus Celsius. Ela possui 1500 hectares de área total, sendo 1000 hectares de pastagens, onde são colocados todos os animais (o restante da área representa a reserva legal e área de preservação permanente). Foi considerada uma

fazenda em que a atividade está consolidada e não apresenta expansão de área nem de rebanho.

A fazenda típica de produção extensiva engloba dois subsistemas o de cria e o de recria/engorda (Anexo).. Este primeiro sistema ocupa 717 hectares com pastagens de qualidade mais baixa e o segundo 283 de pastagens em condições um pouco melhores. Estas pastagens têm idade inferior a trinta anos. Esses animais são alimentados quase que exclusivamente a pasto. A única complementação utilizada é o sal mineral. Os animais do subsistema cria, consomem 9321 toneladas de pastagem por ano enquanto os animais de recria/engorda 3679. Os dados nutricionais sobre a qualidade da pastagem ingerida encontram-se na Tabela 1, que permitiam calcular a digestibilidade (nutrientes digestíveis totais) média ponderada pelo peso dos animais do subsistema de cria que corresponde a 61,49 % do total da energia ingerida e do subsistema de recria/engorda de 57,93 %.

Tabela 1: Quantidade de ingredientes nutricionais encontradas na pastagem

Materia Seca %	Energia Megajoules/kg	Fibra % matéria seca	Proteína % matéria seca	Digestibilidade % matéria seca
0,6169	9	0,0686	0,073	0,5755

Fonte: Elaborado pelos autores

Foi considerado que os animais vivem metade do ano em áreas com boa disponibilidade de alimento, onde os animais não despendiam muita energia para a aquisição de alimentos e água. O outro período a disponibilidade era reduzida o que obrigava os animais a terem um maior dispêndio de energia para a aquisição de alimentos. Esta premissa leva em consideração uma dupla sazonalidade, ou seja, uma estação pluvial e outra seca.

O ciclo de vida, bem como o total do estoque de animais presentes na fazenda, estão representados em detalhe em Anexo.. O ciclo de vida é extremamente importante para os cálculos de emissões que é realizado com base em dados primários sobre o peso médio animal, seu número nas diferentes faixas etárias.

A quantidade base de vacas matrizes é de 400, que pesam em média 360 kg e passam todo o ano na fazenda. Deste total 1 % sai do sistema devido à perda com morte. A produção de 4,28 kg de leite/dia de vacas Brahmans em sistemas de produção tropical encontrado por Neidhardt *et al.*, (1979), foi extrapolado para as nelores desta fazenda. Foi considerada uma produção diária de 4,28. Essas matrizes produzem 149 bezerras fêmeas e 149 bezerros machos por ano, o que representa um valor de 74,5 % de taxa de natalidade. Esses bezerros pesam em média 30 kg ao nascimento e em seguida se incluem na categoria de 0 à 6 meses onde apresentam um peso médio de 82,50 kg na média dos 183 dias nos quais esses animais encontram-se nesta categoria.

Em seguida as 147 bezerras fêmeas (duas mortes) entram no período de 6 meses à 12 meses onde apresentam um peso médio de 162,5 kg. É nesta faixa etária que elas passam pelo período de desmama aos 244 dias de vida. Ao final deste período 145 passam para o período de recria, ou seja, a fase de novilhas por um ano e apresentam um peso médio de 250 kg. Ao final deste período 41 novilhas são vendidas como animais de reposição saindo do sistema com um peso de 320 kg. 104 permanecem no sistema por mais 365 dias até sua época de parição. Esses animais de reposição apresentam em média 340 kg e substituirão as 100 vacas descartadas mais às 4 perdidas, representando uma taxa de reposição anual de 26 %.

Com a perda de dois bezerros no final deste período, somente 147 machos passam 61 dias na faixa etária de 6 a 12 meses na fase de cria (162,5 kg em média) quando então, após sua desmama, passa para a fase de recria e engorda. Os 147 bezerros machos depois de desmamados com 190 kg, passam então para a fase de recria e para a categoria de novilhos

onde apresentam em média 214 kg considerando os 121 dias que faltam para completarem 1 ano. Ao final deste ciclo, 1 novilho é perdido, então, 146 novilhos passam por mais um ano na fazenda sendo 314,73 kg o peso médio destes animais durante o período. Nesta fase ocorre ainda castração e a taxa de mortalidade no final do período é de 1,37% restando 144 animais que passam por um período de engorda de mais 244 dias no qual o peso médio considerado é de 439,86 kg, quando atingem em média 974 dias e 490 kg vão para abate.

Considerando o total de animais produzidos, obtêm-se um valor total de 120253 kg de peso vivo vendido. Este valor é formado por 36000 kg de vacas de descarte, 13120 kg de novilhas vendidas como animais de reposição e 71113 kg de tourinhos abatidos (Tabela 2)

Tabela 2: Número de animais vendidos, peso por categoria e peso total produzido pro ano

	Quantidade animais	Peso por animal kg	Peso vivo Produzido kg
Boi Gordo	144	490	71.113
Vacas Descarte	100	360	36.000
Novilhas	41	320	13.120
Total	285		120.253

Fonte: Cepea

Com base na análise das características estruturais e técnico-econômicas da propriedade permite-se concluir que o sistema de produção é extensivo. Isto significa que o sistema emprega pouca tecnologia de gestão da produção (pastejo não rotacionado, sem melhoramento genético do rebanho, monta natural), utiliza extensivamente a área produtiva, poucos insumos no processo produtivo. Isto gera por consequência os baixos índices de produtividade animal como ganho de peso diário, taxa de fertilidade, idade da primeira cria, entre outros.

## 5.2 Resultados Econômicos

Do ponto de vista econômico, analisou-se a fazenda da região de Cáceres no Mato Grosso com base nos indicadores de custo de produção e receita exclusivamente obtida com a venda dos animais. A propriedade apresentou um custo total de R\$ 392.844,60 e receita de R\$ 231.037,90, com a venda dos animais (boi gordo, vaca de descarte e novilha) – Figura 4. De acordo com a metodologia de custos (item 4.2), a receita da atividade foi capaz de cobrir somente o COE, ou seja, a propriedade honrou os desembolsos correntes da atividade apenas. Não conseguiu cobrir custos de depreciação de seus bens de produção e pagar o pró-labore do produtor (COE + depreciação e pró-labore). Por fim, não remunerou todo o capital investido e o custo de oportunidade da terra (CT), como ocorre na maioria das fazendas de pecuária de todo o Brasil, demonstrando que a atividade na região é deficitária.

Quando analisado o retorno do capital investido, e tomando como base a análise somente a Receita Bruta sobre Custo Operacional Efetivo (COE), observa-se que a fazenda tem um retorno de R\$ 0,88 para cada R\$ 1,00 investido. Ressalta-se que se feito esse cálculo sobre o Custo Operacional Total ou Custo Total, o retorno seria negativo.

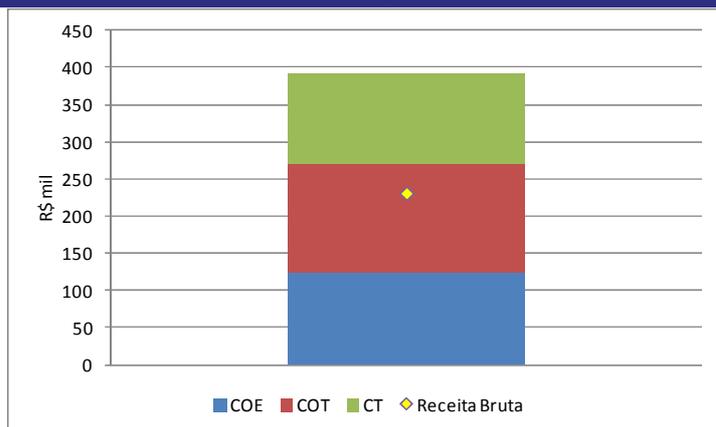


Figura 4 – Custo de Produção da pecuária na fazenda  
Fonte: Cepea

Já na Tabela 3 encontram-se os custos divididos por categoria (rebanho, mão-de-obra, depreciação, remuneração do capital e oportunidade da terra) em porcentagem (%) da fazenda típica de Cárceres. O custo total em valores absolutos foi de R\$ 3,27/kg. O maior custo por quilograma produzido em porcentagem é o custo de oportunidade da terra, 37%, seguido do custo de rebanho, com 31%, sendo estes os pontos econômico crítico deste sistema. Isto remete a questões de eficiência e produtividade do uso da terra e também do rebanho, os grandes problemas da pecuária de corte brasileira.

Tabela 3: Custo de Produção por subgrupos em % do custo total

Grupos	% Custo total
Custo Rebanho	31
Custo mão-de-obra	5
Custo depreciação	12
Remuneração do Capital	15
Custo Oportunidade da Terra	37

Fonte: Cepea

## 5.3 Resultados ambientais

### 5.3.1 Aquecimento global

Considerando as emissões de toda a fazenda, de todos os postes de emissão inclusive de todas as categorias animais, a fazenda emitiu 1805290 kg de equivalentes CO<sub>2</sub>. Dividindo este valor pelo total de kg de carne produzidas no período de um ano, 120253, encontra-se uma emissão de 15,01246 kg de equivalentes (eq.) CO<sub>2</sub> por kg de carne produzida (cp) nesta fazenda durante um ano. Este valor se enquadra na gama de resultados encontrado na bibliografia internacional sobre os mais diversos sistemas de produção de carne bovina no mundo entre 10 e 20 kg eq CO<sub>2</sub>/ kg cp (Williams et al., 2006 ; Nguyen et al., 2010 ; Leip et al., 2010; Gac et al., 2010 ; Veysset et al., 2011 ; Ridoutt et al., 2011; Nguyen et al., 2012)

Quando o comparado com resultados obtidos sobre sistemas brasileiros observa-se que estes resultados são igualmente consistentes. Cederberg *et al.*, 2009 encontrou um impacto médio de 28,2 kg de eq. CO<sub>2</sub>/kg carcaça em sua análise de sistemas de produção brasileiros no norte do Brasil. Quando consideramos um rendimento carcaça de 52 % para o sistema brasileiro, encontramos um impacto de 28,87 kg de eq. CO<sub>2</sub>/kg carcaça, valor muito próximo ao encontrado pela anterior. O valor encontrado neste trabalho também encontra-se entre os

resultados encontrados por Dick *et al.*, (2014) entre 18.32 e 45.05 kg de eq. CO<sub>2</sub>/kg carcaça para sistemas localizados no Rio Grande do Sul.

Para se obter a contribuição líquida potencial ao aquecimento global deve-se subtrair o total de carbono fixado nesta propriedade. Considerando esta hipótese e os valores de estocagem correspondentes citados na parte 4 os 1000 hectares de pastagem representam uma estoca de 1466667 Kg d'eq. CO<sub>2</sub> por ano enquanto os 500 hectares de florestas não exploradas comercialmente (de preservação) estocam de 1020433 Kg d'eq. CO<sub>2</sub>/ano. Subtraindo-se o valor total estocado na propriedade ( 20,7 Kg eq. CO<sub>2</sub>/ kg cp) do total produzido (15,01246 kg eq. CO<sub>2</sub>/ kg cp) encontra-se um balanço positivo de 5,7 Kg eq. CO<sub>2</sub>/ kg cp. Isto significa que a propriedade fixa mais carbono do que ela produz contribuindo para a mitigação do aquecimento global. A Compensação total e quase total de emissões também foram encontrados por Gac et al., 2010 na análise de sistemas de extensivos franceses.

A fermentação entérica e perda de gases nas excreções dos animais são as principais fontes de emissão de gases do efeito estufa com respectivamente 83 % 16 % do total de eq. CO<sub>2</sub> produzido. A contribuição da emissão de gases devido à queima de combustíveis é praticamente insignificante no total.

### 5.3.2 Acidificação potencial

Cada kg de carne produzida na propriedade contribui com a emissão de 67 g eq. SO<sub>2</sub>. Este valor é baixo quando comparado com o de sistemas mais intensivos entre 100 e 400g (Williams et al., 2006; Ogino et al., 2007; Nguyen et al., 2010, Nguyen et al 2012;). Porém ele é relativamente superior à 3,8 g encontrado por Dick *et al.*, (2014) devido a diferença nos métodos de cálculo. A principal fonte de impacto desta propriedade são as perdas nas excreções dos animais ( que representam 95% do total perdido).

### 5.3.3 Eutrofização potencial

O sistema contribui para o fenômeno de eutrofização com a emissão de 40,65 g eq PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>/ kg cp. A contribuição deste sistema para a eutrofização é relativamente inferior à encontrada para sistemas mais intensivos no mundo que se encontram entre 58 e 180 g (Williams et al., 2006; Ogino et al., 2007; Nguyen et al., 2010,; Pelletier et al., 2010, Nguyen et al 2012). A exemplo da acidificação praticamente 100% deste impacto é proveniente das perdas pelas excreções dos animais.

### 5.3.4 Consumo de água

O total de água consumida para cada kg de carne produzida na propriedade é de 220,55 Litros. Esse resultado esta de acordo com os encontrados por: Dick *et al.*, (2014) - 95 e 2171 litros) para 2 sistemas do Sul do Brasil, Peters et al., (2010) -11,16 e 334,8 litros- e Ridoutt et al., (2011)-3,3 e 221 litros- para sistemas australianos. A quase totalidade da água usada no sistema provém da ingestão direta dos animais. Deve-se considerar que o volume de chuva para o crescimento da pastagem não foi contabilizado neste estudo.

### 5.3.5 Ocupação de superfícies

Para produzir 1 kg de carne esta propriedade utiliza 83,16 m<sup>2</sup> quando se exclui as áreas de preservação desta contabilização e de 124,74 m<sup>2</sup> se elas são contabilizadas. O primeiro valor está muito próximo ao relatado por Cederberg et al., (2009) 91 m<sup>2</sup> porém dispara quando comparado ao de Dick *et al.*, (2014) 234.78 and 21 m<sup>2</sup>. A grande particularidade do biosistema pampeano, com extensivas pastagens naturais, contribuem à esta grande superfície utilizada por produção total de bovinos. Deve-se ressaltar que a superfície ocupada

para produzir 1 kg de animal desta propriedade no Mato Grosso consideravelmente é entre 4 e 20 vezes superior ao encontrado para sistemas europeus mais intensivos (Williams et al., 2006 ; Nguyen et al., 2010 ; Nguyen et al., 2012, Weiss and Leip 2012)

## 6 Discussão

Os resultados são apresentados em função das fontes de origem das emissões ligadas aos componentes dos sistemas de produção (Tabela 4). Esta tabela permite identificar que a principal fonte dos mais diversos impactos do sistema é o rebanho, que alias é responsável pela quase totalidade das emissões. A parte referente a utilização de insumos na propriedade é praticamente negligenciável no total das emissões. Estes fatos são consequência da extensividade do sistema.

Tabela 4 - Representatividade das fontes de origem de impactos ambientais

Impacto						
Fontes	Aquecimento global	Estocagem	Acidificação	Eutrofização	Consumo de água	Ocupação de superfícies
<b>Animal</b>	<b>98,53%</b>	<b>x</b>	<b>95,40%</b>	<b>99,91%</b>	<b>99,8%</b>	<b>x</b>
<b>Superfícies</b>	<b>X</b>	<b>100%</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>100%</b>
<b>Insumos de produção</b>	<b>1,47%</b>	<b>x</b>	<b>4,6%</b>	<b>0,09%</b>	<b>0,02%</b>	<b>x</b>

Fonte : Autores

A ocupação de superfícies, apesar de ser elevada, contribui de maneira positiva para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e igualmente para a conservação da biodiversidade. Em relação ao custo de produção apresentado na tabela 6, observa-se que o custo de oportunidade da terra e o rebanho representam juntos 68% do custo de produção.

Associando os dados econômicos e ambientais observa-se que os principais contribuintes aos resultados da propriedade se localizam no componente animal e no uso da terra consequência da baixa produtividade da propriedade. Relacionando-os aos índices técnicos da fazenda conclui-se que este fato se deve basicamente à dois fatores de gestão. Primeiramente ao alto número de animais que não geram receitas no rebanho e a perda de animais (vacas que não produzem bezerros ou perda de animais por acidentes). Estes animais ocupam uma área de produção, utilizam recursos naturais e financeiros e não geram produtos. Portanto geram impactos que não são diluídos na produção de carne na fazenda e não contribuem na receita da mesma.

Em segundo lugar, mas não menos importante, o longo tempo que os animais levam para serem abatidos ou para produzirem um bezerro. O famoso “boi sanfona” leva um tempo maior para atingir o peso ideal para o abate. Isto significa maior emissão para se produzir um animal terminado e maior custo ligado a área mobilizada para a alimentação animal e a um capital investido com um rendimento muito baixo. Animais que produzem bezerros com 48 meses e que poderiam produzi-los à uma idade inferior contribui à um maior custo de produção e também à maiores emissões.

Uma melhor gestão técnica da fazenda é um importante meio para se aumentar a eficiência econômica. Estes devem, portanto ser o foco de ações para a conquista da rentabilidade e da redução dos impactos ambientais.

## 7 Conclusão

Este trabalho apresentou diversas contribuições para a discussão da sustentabilidade de sistemas de produção. Primeiramente a contribuição quantitativa para na análise econômica da propriedade permite à pesquisadores e produtores utilizarem dados técnicos e econômicos para o estudo comparativo de custos de produção entre diferentes regiões visando a otimização dos custos e da rentabilidade. Os resultados econômicos mostram que a atividade na Amazônia Legal no curto prazo é rentável, ou seja, se paga. Os pecuaristas conseguem cobrir seus custos operacionais efetivos (custo de desembolso mensal). Já a atividade nos médio e longo-prazos se torna deficitária. Os pecuaristas estão vendo suas propriedades se deteriorarem e com pouco ou sem nenhum poder de investimento. O custo de oportunidade da terra e os custos com o rebanho são os principais representantes dos custos totais (68%).

Em relação ao plano ambiental, a análise quantitativa de diversas emissões e impactos ambientais de uma propriedade típica desta região é uma contribuição maior é original para a literatura. Os valores das emissões da propriedade por kg de carne produzida relacionada aos impactos: aquecimento global bruto, aquecimento global líquido, acidificação potencial, eutrofização potencial são respectivamente ( 15,01 kg eq.CO<sub>2</sub>, - 5,7 kg eq CO<sub>2</sub>, 67 g eq. SO<sub>2</sub>, 40,65 g eq PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>). Para produzir um kg de carne esta propriedade também consumiu 220,55 litros de água e ocupou uma área de 83,16 m<sup>2</sup> (sem incluir áreas de preservação ambiental) e 124,74 m<sup>2</sup> quando incluem-se estas áreas.

Os resultados ambientais mostram que o rebanho é o principal posto de emissão e que a superfície ocupada para a produção é consideravelmente elevada. Este trabalho releva ainda a importância da presença de áreas e estruturas para a preservação ambiental na propriedade, ou seja, as conhecidas áreas de preservação permanente e reserva legal. Essas superfícies além de diversas funções como preservação da biodiversidade, redução de erosão e assoreamento de rios e ecossistemas frágeis são importantes reservas de carbono contribuindo, portanto para a redução dos efeitos do aquecimento global.

Confrontando os resultados econômicos aos ambientais conclui-se que o foco de ação para a melhora de ambos localizam-se no componente animal e no uso da terra. A reduzida eficiência da atividade e da produtividade da terra e dos animais são consequência das características técnico-estruturais do sistema de produção. Esta baixa ineficácia na produção de carne por hectares por ano reside em problemas de baixa qualidade de alimentos disponíveis (pastagens) associada à má gestão de índices técnicos de rebanho.

Os resultados encontrados contribuem para desmistificar o paradigma que eficiência ambiental e econômica se opõe, provando que existem estratégias e margens de melhorias concomitantes. Um exemplo é pela estratégia agro ecológica, como a que vêm sendo incentivada pelo governo através do programa de Agricultura de Baixo Carbono. Além de melhorar à produtividade animal e a eficiência econômica ela contribui para uma maior estocagem de carbono, reciclagem de nutrientes, e por fim redução dos impactos ambientais dos sistemas de produção.

A implementação de sistemas que permitam uma melhor utilização de todos os fatores de produção e que sejam ecologicamente mais correto demanda investimentos econômicos, tecnológicos e humanos. Por essas características, a modificação consiste em um processo lento e gradual, ligados a difusão também a difusão de informação, de conhecimento e de experiências próprias de produtores. Como a demanda ambiental da sociedade ganha cada vez mais amplitude tanto no cenário nacional quanto no internacional, produtores que não quebrarem este paradigma e se adequarem a este novo ambiente de produção tendem a não encontrarem mercado para seus produtos.

Uma extensão deste trabalho para um maior número de propriedades e regiões é uma boa perspectiva de trabalhos futuros. Isto permitirá identificar estratégias de melhoria econômica e ambiental segundo as especificidades técnicas, climáticas, estruturais e financeiras dos sistemas.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), 2011. Page consulté le 28 octobre 2011. (<http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?id=11433&m=3&cid=96>)
- Amézquita M.C., E. Amézquita F.Casasola, B.L. Ramirez H. Giraldo M.E. Gómez, T. Llanderal J. Velázquez and M.A. Ibrahim, 2008a. C stocks and sequestration. In: Carbon Sequestration in Tropical Grassland Ecosystems, Mannelje L., Amézquita M.C., Buurma, P., Ibrahim M.A. (Eds). Wageningen. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, -. ISBN 978-90-8686-026-5
- Armand D., Marechal Y., Drossart P., Decamps H., Meybeck M., Chotard M., Morand P., Barraque B., Bezard B., Crovisier J., Pruzian, P. et Teixeira, J., 2000. Dossier scientifique eau douce. Edition Centre national de recherche scientifique (CNRS), actualisé 2003. Paris. Pagina consultada 14 de novembro de 2011. (<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/douseau/accueil.html>)
- Arrouays D., Balesdent J., Germon J.-C., Jayet P.A., Soussana J.-F., Stengel P., 2002. Contribution à la lutte contre l'effet de serre : stocker du carbone dans les sols agricoles en France ? Expertise scientifique collective. Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'INRA à la demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, France, 32 p.
- Associação brasileira de normas técnicas, NBR ISO 14044, 2009. Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida: Requisitos e Orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2009, 46p.
- Associação brasileira de normas técnicas, NBR ISO 14040, 2009. Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida: Princípios e Estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009, 21p.
- Beauchemin K.A., Janzen H.H., Little S.M., McAllister T.A., McGinn S.M., 2010. Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada: A case study. *Agricultural Systems*, 103, 371–379.
- Buurman P, Ibrahim M & Amézquita M.C., 2004. Mitigation of greenhouse gas emissions by silvopastoral systems: optimism and facts. In: Proc. 2nd Intl. Congress in Agroforestry Systems, Mérida, Mexico, February 2004.
- Bustamante M.M.C., Corbeels M., Scopel E. and Roscoe, R., 2006. Soil carbon and sequestration potential in the Cerrado Region of Brazil. In: Lal R., Cerri C.C., Bernoux M., Etchevers J. and Cerri, C.E.P. Carbon sequestration in soils of Latin America. New York, Haworth, 2006. 285-304 .
- Carvalho J.L.N., Avanzi J.C., Silva M. L. N., de Mello C.R., Cerri C.E.P., 2010. Potential of soil carbon sequestration in different biomes of Brazil. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 34, 277- 289.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. In: Metodologia do Índice de Preços dos Insumos Utilizados na Produção Pecuária Brasileira. <[http://www.cepea.esalq.usp.br/indicador/boi/metodologia\\_cna.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/indicador/boi/metodologia_cna.pdf)> Acessado em 20/02/20113
- Cederberg C., Meyer D., Flysjö A., 2009. Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production. The Swedish Institute for food and biotechnology, 77 p.

- Chan K.Y. and McCoy D., 2010. Soil carbon storage potential under perennial pastures in the mid-north coast of New South Wales, Australia. *Tropical Grasslands* (2010) Volume 44, 184–191
- De Vries M., De Boer I.J.M., 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Production Science*, 128, 1-11.
- Dick M., da Silva M. A., Dewes H., 2014. Life cycle assessment of beef cattle production in two typical grassland systems of southern Brazil, *Journal of Cleaner Production* . <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.080>
- Ecoinvent 2.0, 2007, Nemecek T. et Kägi T., 2007, Life Cycle Inventories of Swiss and European Agricultural Production Systems. Final report ecoinvent V2.0 No. 15a. Agroscope Reckenholz-Taenikon Research Station ART, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Zurich and Dübendorf, Switzerland.
- Environmental Working Group, 2011. Meat Eaters Guide - Life Cycle Assessments : Methodology & Results
- FAO, 2009a. Comment nourrir le monde en 2050. Sommaire exécutive du sommet mondial sur la sécurité alimentaire. Rome 16-18 novembre, 2009, 29p.
- FAO, 2009b. La Situation Mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : Le point sur l'élevage. Editions FAO, Rome, 186 p.
- GES'TIM, 2010- Gac A., Cariolle M., Deltour L., Dollé J.-B., Espagnol S., Flenet F., Guingand N., Lagadec, S., Le Gall A., Lellahi A., Malaval C., Ponchant P. et Tailleur A.. Guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre, version 1.2, 150p.
- Gac A., Manneville V., Raison C., Charront T., Ferrand M., 2010. L'empreinte carbone des élevages d'herbivores : présentation de la méthodologie d'évaluation appliquée à des élevages spécialisés lait et viande. *Rencontres Recherches Ruminants*, 17, 335-342.
- Haas G., Wetterich F., Geier U., 2000. Life cycle assessment framework in agriculture in the farm level. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 5, 345-348.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001. Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. Third Assessment Report, Cambridge University Press, Cambridge, 210-300.
- IPCC, 2006. Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, préparé par le Programme pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Équipe de rédaction principale : Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. et Tanabe K., l'Institut des stratégies environnementales mondiales (IGES), Hayama, Japon.
- Leip A., Weiss F., Wassenaar T., Perez I., Fellmann T., Loudjani P., Tubiello F., Grandgirard D., Monni S., Biala K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS), final report. *Europ. Comm. Joint Res. Centre*, 32p.
- Matsunaga, M., Bemelmans, P.F., Toledo, P.E.N. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, 23(1):123-139. 1976.
- Mekonnen M.M. et Hoekstra A.Y., 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15, 401-415.
- National Research Council of United States of America (NRC), 1981. Effect of environment on nutritional requirements of domestic animals. National Academy Press Washington D.C. 152 p.
- Neidhardt R., Plasse D., Weniger J. H., Verde, O., Beltran J. and Benavides, A., 1979. Milk Yield of Brahman Cows in a Tropical Beef Production System. *Journal of animal science*, 48:1-6.

- Nguyen T.L.T., Hermansen J.E., Mogensen L., 2010. Environmental consequences of different beef production systems in the EU. *Journal of Cleaner Production*, 18, 756–766.
- Nguyen T.T.H., van der Werf H.M.G., Eugène M., Veysset P., Devun J., Chesneaud G., Doureau M., 2012. Effects of type of ration and allocation methods on the environmental impacts of beef production systems. Elsevier, *Livestock Science*, 145, 239–251.
- Ogino A., Orito H., Shimada K., Hirooka H., 2006. Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow–calf system by the life cycle assessment method. *Animal Science Journal*, 78, 424–432.
- Olszensvski, F.T, 2011. Avaliação do Ciclo de vida da produção de leite em sistemas semi extensivo e intensivo: estudo aplicado. Dissertação para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 11 de Agosto de 2011.
- Pelletier N., Pirog R. and Rasmussen R., 2010. Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems*, 103, 380-389.
- Plaxico J. S. and Tweeten L. G. Representative farms for policy and projection research. *Journal of Farm Economics*, 45, 1963.
- Peters G.M., Wiedemann S.G., Rowley H.V., Tucker R. W., 2010. Accounting for water use in Australian red meat production. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, 311–320
- Ridoutt B.G., Sanguansri P. and Harper G.S., 2011. Comparing Carbon and Water Footprints for Beef Cattle Production in Southern Australia. *Sustainability*, 3, 2443-2455.
- Ruviaro C.F., Gianezini M., Brandão F.S, Winck C.A., Dewes H., 2012. Life cycle assessment in Brazilian Agriculture facing worldwide trends, *Journal of Cleaner Production*, 28 (2012) 9-24.
- Silva V. P. da; Werf H. M. G. V. D.; Spies A.; Soares S. R., 2010. Variability in environmental impacts of Brazilian soybean according to crop production and transport scenarios. *Journal of Environmental Management*, v.91, p.1831-1839.
- Schulze E.D., Luysaert S., Ciais P., Freibauer A., Janssens I.A., Soussana J.F., Smith P., Grace J., Levin I., Thiruchittampalam B., Heimann M., Dolman A.J., Valentini R., Bousquet P., Peylin P., Peters W., Rodenbeck C., Etiope G., Vuichard N., Wattenbach M., Nabuurs G.J., Poussi Z., Nieschulze J., Gash J.H., 2009. Importance of methane and nitrous oxide for Europe’s terrestrial greenhouse-gas balance. *Nature Geosciences*, 2, 842-850.
- Soussana J.F., Lüscher A., 2007. Temperate grasslands and global atmospheric change : review. *Grass Forage Science*, 62, 127-134.
- Siqueira, T.T.S.; de Carvalho, T; de Zen, S.; Bouroullec, M.; Ozaki, P.M., 2013. “Desafio econômico e ambiental de um sistema de produção de pecuária de corte típico do Estado do Mato Grosso: uma abordagem por ciclo de vida. 51º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural” (SOBER) Belém Brasil, 2013.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosaler M. et de Haan C., 2006. *Livestock’s long shadow: environmental issues and options*. Editions Organisation des Nation Unies pour l’Alimentation (FAO), Rome, 390 p.
- Van der Werf H.M.G., Kanyarushoki C., Corson M.S., 2011. L’analyse de Cycle de Vie : un nouveau regard sur les systèmes de production agricole. *Innovations Agronomiques* 12, 121-133.
- Veysset P., Lherm M., Bébin D., 2011. Productive, environmental and economic performances assessments of organic and conventional suckler cattle farming systems. *Organic Agriculture*, 1, 1-16.

Weiss F., Leip A., 2012. Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: A life cycle assessment carried out with the CAPRI model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 149,124-134.

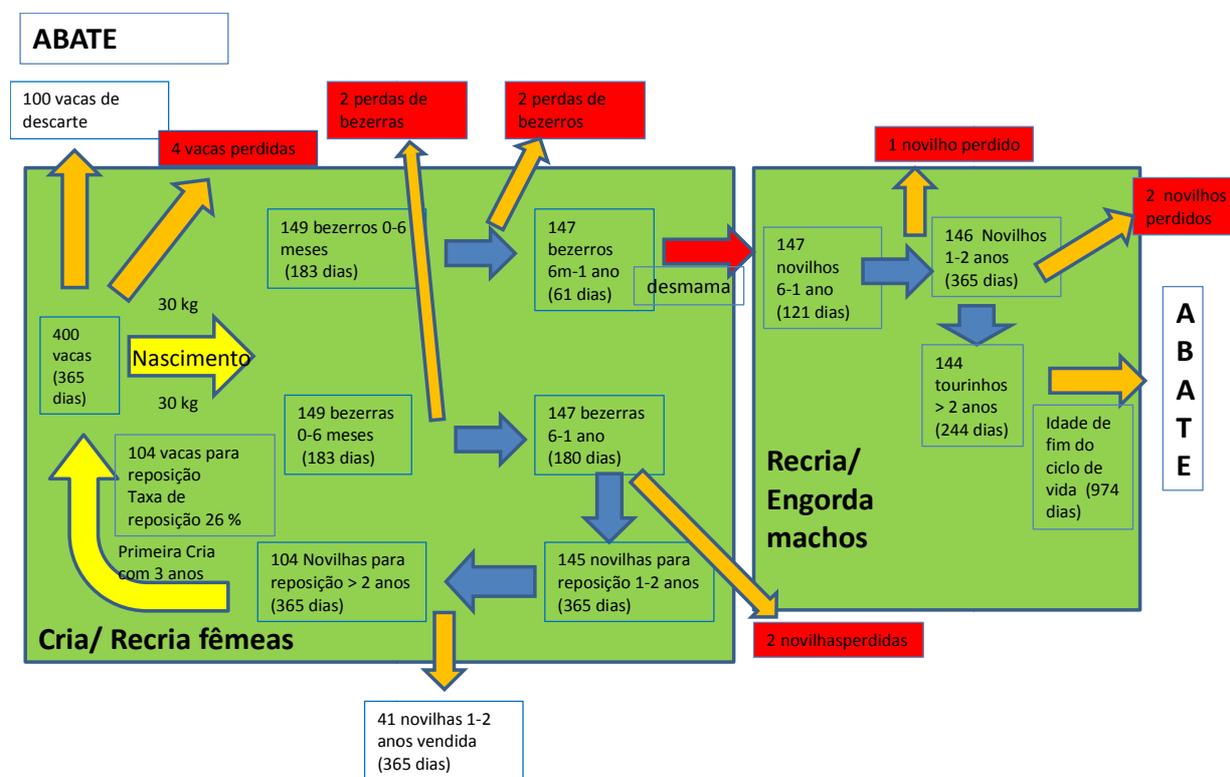
Williams A.G., Audsley E. and Sandars D.L. 2006. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Bedford: Cranfield University and Defra. 97 p.

UN – Nações Unidas– United Nations. Rearing cattle produces more greenhouse gases than driving, UN report warns. UN News Centre. Disponível em: <<http://www.un.org/apps/news/story.asp?newsID=20772&CR1=warning#.Uq5UsVtDuSo>>. Acesso em dezembro de 2013.

UN United Nations Conference on Environment & Development. Rio de Janeiro, Brazil Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development. Anais...New York: 1992.

World Commission on Environment and Development. Our common future. [s.l.] Oxford Press, 1987.

## ANEXOS



Anexo 1 - Esquema descritivo da Fazenda Típica na região de Cáceres, no Estado do Mato Grosso. Fonte: Cepea, Elaborado pelos autores