

CIRCULAR TÉCNICA

39

Planaltina, DF
Março, 2019

Integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia para compensação das emissões de gases de efeito estufa

Kleberson Worsley de Souza
Karina Pulrolnik
Roberto Guimarães Júnior
Robélio Leandro Marchão
Lourival Vilela
Arminda Moreira de Carvalho
Giovana Alcantara Maciel
Sebastião Pires de Moraes Neto
Alexsandra Duarte de Oliveira



Integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia para compensação das emissões de gases de efeito estufa¹

O Brasil tem se destacado cada vez mais no setor agropecuário e são crescentes as preocupações com as emissões de gases de efeito estufa (GEE) pelo setor. Em relação à bovinocultura de corte, o País possui o maior rebanho comercial, é o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de carne (USDA, 2018). Neste cenário, espera-se considerável participação da atividade pecuária nas emissões de GEE, tanto nas emissões totais, como no setor agropecuário (Oliveira, 2015). Segundo as Estimativas Anuais de Emissões de GEE no Brasil (Brasil, 2017), no ano de 2012, o setor agropecuário foi responsável por 37% do total de dióxido de carbono (CO₂) equivalente emitido para a atmosfera no país. As emissões de metano (CH₄) produzido por fermentação entérica em gado de corte e de leite contribuíram, respectivamente, com 75% e 12% do total das emissões desse gás no setor agropecuário. Dessa maneira, apenas as emissões de CH₄, provenientes de fermentação entérica da pecuária de corte, responderam por 17,2% das emissões totais de CO₂ equivalente e, se somadas às emissões da pecuária leiteira, o percentual de contribuição de emissão total em CO₂ equivalente sobe para 19,9%. Restam ainda as emissões causadas pelas excretas, fezes e urina, que emitem óxido nitroso (N₂O) após serem depositadas ao solo, contribuindo ainda mais para aumentar as emissões de GEE na atividade pecuária, considerando que esse gás de efeito estufa possui um potencial de aquecimento global 298 vezes superior ao do CO₂.

¹ Kleberston Worsley de Souza, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; Karina Pulrolnik, engenheira Florestal, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; Roberto Guimarães Júnior, médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina DF; Robélio Leandro Marchão, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; Lourival Vilela, engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina DF; Arminda Moreira de Carvalho, engenheira-agrônoma, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; Giovana Alcantara Maciel, zootecnista, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; Sebastião Pires de Moraes Neto, engenheiro Florestal, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; Alexandra Duarte de Oliveira, engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

Portanto, há uma grande participação da pecuária brasileira nas emissões de gases de efeito estufa. Não obstante, é notório que a população está cada vez mais informada e sua preocupação vem crescendo em relação à maneira de como os alimentos estão sendo produzidos, inclusive quanto à pegada de carbono e ao aquecimento global. Questões relacionadas ao meio ambiente e sua sustentabilidade são cada vez mais críticas, especialmente em países mais desenvolvidos para onde o Brasil exporta carne.

Nesse cenário, sistemas de produção que permitam conciliar produtividade e sustentabilidade ganham destaque e se mostram promissores. De acordo com Lorenz e Lal (2014), alguns sistemas agroflorestais têm recebido maior atenção pela sua capacidade de capturar CO₂ atmosférico e armazenar o carbono nas plantas e no solo. De acordo com Oliveira et al., 2017, a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é um sistema de produção propício para alcançar produtividade satisfatória e compensar as emissões de gases de efeito estufa provenientes da atividade pecuária, proporcionando ainda balanço positivo de carbono. Vários trabalhos citam as vantagens dos sistemas integrados devido ao sinergismo que ocorre entre os componentes, como maior eficiência no uso de fertilizantes e corretivos, refletindo ganhos de produtividade e sustentabilidade (Vilela et al., 2011; Pacciullo et al., 2017). Além disso, o sistema de ILPF proporciona diversificação das atividades (Balbino et al., 2011; Vilela et al., 2011) e gera maior segurança econômica para as propriedades agrícolas. Reside nessas características dos sistemas integrados, especialmente maior produtividade por área e diversificação de atividades, a vantagem de sua utilização em detrimento, por exemplo, da utilização de um plantio convencional de árvores para a compensação das emissões de GEE.

Em 2012, foi constituído o *Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura*, também denominado *Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)*. Os objetivos desse plano são promover a mitigação da emissão dos GEE na agricultura no âmbito da Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), melhorando a eficiência no uso de recursos naturais, aumentando a resiliência de sistemas produtivos e de comunidades rurais; e possibilitar a adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas. O Plano ABC é, portanto, a política pública que possui como principais compromissos diversas estratégias que envolvem a expan-

são da adoção das tecnologias de produção sustentável, entre elas os sistemas de ILPF (Brasil, 2012).

Conforme afirmam Cordeiro et al. (2011), o Plano ABC é um conjunto de ações que promovem a “baixa” emissão de GEE pelo setor agropecuário, e não a “nula” emissão, o que seria impossível na prática. Esses autores também ressaltam que o Plano ABC tem por objetivo garantir o aperfeiçoamento contínuo e sustentado das práticas de manejo que reduzam a emissão dos GEE e, adicionalmente, que aumentem a fixação atmosférica de CO₂ na vegetação e no solo pela agricultura brasileira.

Nesse contexto, a Embrapa desenvolveu o conceito “Carne Carbono Neutro” (CCN), que poderá contribuir para fomentar a implementação de sistemas de produção pecuários mais sustentáveis, como o sistema ILPF, especialmente quanto ao aspecto ambiental, com a introdução do componente arbóreo, capaz de compensar o metano emitido pelo rebanho de forma a agregar valor à carne produzida nesses sistemas (Alves et al., 2015).

Contudo, ainda existem muitos questionamentos quanto ao dimensionamento de um sistema ILPF, equilibrando a produção dos componentes envolvidos e a sustentabilidade.

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho é demonstrar o potencial do sistema integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia para a compensação das emissões de gases de efeito estufa pela agropecuária brasileira.

Compensação das emissões de GEE em sistema de ILPF no Cerrado

A avaliação da compensação de emissões de GEE foi realizada no campo experimental da Embrapa Cerrados em um experimento com integração lavoura-pecuária-floresta implantado no ano de 2009. O experimento contempla diferentes arranjos com árvores de eucalipto, diferindo entre eles, o número de árvores por hectare, o número de linhas de árvores e o espaçamento entre os renques, tendo inicialmente a fase silviagrícola e posteriormente a fase silvipastoril. Na mesma área experimental, consta um tratamento sem árvores, em que foi desenvolvida apenas a recuperação da pastagem por meio da integração lavoura-pecuária (ILP). Para as medições de balanço de

carbono, foram avaliados o tratamento sem árvores (sistema integração lavoura-pecuária – ILP) e o tratamento com fila dupla de árvores de eucalipto espaçadas 22 m entre os renques (sistema integração lavoura-pecuária-floresta – ILPF), totalizando 417 árvores por hectare (Tabela 1).

Tabela 1. Relação dos cultivos dos tratamentos de ILP e ILPF no período de 2009 a 2016 do experimento de longa duração da Embrapa Cerrados, localizado em Planaltina, DF.

Tratamento	Ano 0	Ano 1 e 2	Ano 3	Ano 4 a 8
	2009	2010 e 2011	2012	2013 e 2016
ILP	Fase agrícola		Fase pastoril	
	Sorgo	Soja	Soja + Sorgo + Braquiária Piatã	Braquiária Piatã
ILPF ⁽¹⁾	Fase silviagrícola		Fase agrossilvipastoril	
	Sorgo	Soja	Soja + Sorgo + Braquiária Piatã	Braquiária Piatã

¹Eucalipto implantado no ano 0, em fevereiro de 2009, junto com o sorgo, com espaçamento entre renques de 22 m e entre plantas de 2 m.

Nesta área experimental, foram medidos o estoque de carbono no solo e a biomassa vegetal (apenas componente florestal) e as emissões de gases do solo (N_2O) e de CH_4 por fermentação entérica dos animais.

Atualmente, o mais indicado para a implantação do sistema ILPF é o plantio de lavoura consorciada com árvores no primeiro ano e, no ano seguinte, a implantação de pastagem. Dessa maneira, entre os renques de árvores, é implantada uma safra principal de verão seguida por uma safrinha de milho ou sorgo em que o plantio já ocorre de forma consorciada com a forragem. Dependendo das condições climáticas da região, pode-se, também, plantar apenas uma safra de verão, que já pode ser plantada junto com a semente de forrageira, ou fazer sobressemeadura com as sementes da forrageira, a depender das espécies a serem utilizadas no sistema. Por outro lado, dependendo do estágio de degradação da área, pode-se optar por prolongar a fase de lavoura na fase inicial do sistema ILPF (fase silviagrícola), o que promoverá melhores resultados em termos de recuperação do solo, quando comparado ao uso de pastagens sem o uso de corretivos e fertilizantes. Em função da topografia do terreno, o alinhamento dos plantios pode ocorrer no sentido

Norte-Sul, priorizando os aspectos de conservação do solo. No entanto, com o crescimento e o desenvolvimento do componente arbóreo, esse alinhamento favorece o sombreamento no espaço entre os renques, prejudicando o desenvolvimento da cultura agrícola. Em áreas onde é possível proceder a implantação das árvores no sentido Leste-Oeste, a fase de lavoura poderá ser estendida por mais tempo, especialmente se utilizados espaçamentos maiores entre os renques de árvores, variando entre 30 m a 60 m. Esse espaçamento poderá aumentar a produção da pastagem na fase silvipastoril quando comparado a renques de menor espaçamento.

Emissão de óxido nitroso (N_2O) pelo sistema ILPF

Na fase inicial do sistema, fase silviagrícola, as emissões de N_2O foram atribuídas ao cultivo de grãos, de soja e de sorgo, que, nos dois ciclos, emitiram cerca de 1,06 kg de N_2O .ha⁻¹ ou 315 kg de CO_2eq .ha⁻¹ (Oliveira et al., 2017). Essas emissões são consideradas similares para os dois sistemas, ILP e ILPF, em razão da baixa ou nula interferência do componente florestal na fase inicial.

Já a pastagem na fase silvipastoril do sistema ILPF emitiu anualmente 1,02 kg de N_2O ou 305 kg de CO_2eq e o sistema ILP emitiu 1,42 kg de N_2O ou 423 kg de CO_2eq (Carvalho et al., 2017), considerando o Potencial de Aquecimento Global (PAG) relativo ao CO_2 de 298, conforme Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013). Dessa maneira, após o primeiro ano de emissão de N_2O da fase de produção de grãos, os sistemas continuam emitindo aproximadamente 305 kg de CO_2eq e 423 kg de CO_2eq , respectivamente para ILPF e ILP. Portanto, as emissões na forma de N_2O precisarão ser neutralizadas para que ocorra de fato a compensação das emissões dos GEE.

Emissão de metano (CH_4) por fermentação entérica dos bovinos

Com a entrada dos animais na área, inicia-se a emissão de metano entérico (CH_4) pelos animais. As emissões desse gás no sistema de produção podem variar de acordo com a taxa de lotação da área e a qualidade da pastagem ingerida pelos animais. Nas condições do experimento, a taxa de lotação no

sistema ILPF foi de 1,7 cabeça.ha⁻¹ (1,1 UA-unidade animal. ha⁻¹), o que culminou em uma emissão de 2 mil quilos de CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹ na forma de CH₄ entérico, considerando PAG 25 em relação ao CO₂, conforme IPCC (2013). No tratamento sem árvores (ILP), a taxa de lotação foi de 3 cabeças.ha⁻¹ (2,0 UA.ha⁻¹), proporcionando uma emissão de 3.400 kg CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹ na forma de CH₄ (Guimarães Júnior et al., 2016).

Assim, somando as emissões após 2 anos de estabelecimento do sistema, observou-se 2.672 kg de CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹ para o sistema de ILPF e 4.072 kg de CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹ para o sistema de ILP. Deve-se somar as emissões de N₂O e CH₄ pelas excretas, que serão contabilizadas no presente de acordo com Lessa et al. (2014). Mesmo sabendo-se que as emissões causadas pelas excretas de bovinos são muito menores do que é preconizado pelo IPCC, essas não devem ser desconsideradas (Lessa et al., 2014; Cardoso, 2016).

Estoque de carbono e biomassa vegetal

As principais formas em que o CO₂ atmosférico pode ser capturado e depois armazenado pelo sistema de produção são por meio da sua transformação em matéria orgânica do solo e, principalmente, pela sua transformação em biomassa vegetal do componente florestal. Embora haja o armazenamento de carbono (C) na forma de matéria orgânica do solo, são menos comuns os casos em que os estoques de C no solo sob os sistemas agrícolas superam os estoques da vegetação nativa adjacente. Ou seja, é difícil obter saldo positivo de carbono caso o componente florestal não seja inserido no sistema de produção agrícola. Por exemplo, no sistema ILPF, uma única árvore acumulou em média 30,2 kg de C.ano⁻¹ (considerando 45% de C da massa seca de biomassa aérea da planta). Isso equivale ao sequestro 110,5 kg de CO₂.ano⁻¹ da atmosfera por cada árvore inserida no sistema. Contudo, neste cálculo, foram considerados todos os compartimentos das árvores (folhas, galhos, casca, fuste, excluindo apenas as raízes) estocando C. Todavia, o carbono realmente imobilizado concentra-se na madeira do tronco das árvores.

É possível dizer que um sistema ILPF será mais eficiente em sequestrar C da atmosfera quanto maior for o número árvores por área. No entanto, cuidados deverão ser tomados para que um número excessivo de árvores no sistema ILPF não comprometa o desempenho das culturas intercalares, em razão da competição por luz, água e nutrientes.

Recomendação de um arranjo em ILPF visando a compensação da emissão de GEE

Inicialmente, é necessário um planejamento adequado visando a correta distribuição do componente florestal dentro de um sistema ILPF. Não obstante, é importante definir qual estratégia será seguida pela propriedade para implantação do sistema ILPF com finalidade de mitigação os GEEs. É possível que apenas um percentual da propriedade agrícola seja ocupado com o sistema ILPF de maneira que esse percentual seja capaz de compensar as emissões de GEE por todos os bovinos da propriedade. Para isso, é necessário maior número de árvores/ha nas áreas com sistema ILPF. Outra opção é que o sistema ILPF seja distribuído em toda a área de produção da propriedade rural, observando-se o número de árvores/ha para que não haja sombreamento excessivo da pastagem provocando perda de produtividade.

Com o sistema ILPF destinado apenas para uma parte da área da propriedade agrícola, a experiência da Embrapa Cerrados com aproximadamente 417 árvores/ha com alinhamento Norte-Sul demonstra que bastaria cerca de 15% da área de produção com o sistema ILPF para que todas as emissões de metano dos bovinos e óxido nitroso (proveniente do solo e das excretas dos bovinos) somadas às emissões iniciais da fase de lavoura (N_2O) fossem compensadas. Ressalte-se que existe ainda armazenamento de C nas raízes das árvores, as quais não foram computadas (Tabela 2).

Apesar de o sistema de ILP apresentar um balanço positivo de C, demonstrando que o sistema de produção bem manejado tende a emitir menos C do que acumula, esse balanço positivo se baseia no sequestro de C pelo solo. Isto ocorre, em grande parte, devido ao sistema radicular dos componentes vegetais, especialmente da pastagem, e à palhada (liteira) depositada sobre o solo. Contudo, a taxa de acúmulo de C no solo tende a estabilizar com o tempo, justamente quando o estoque de C no solo sob o sistema agrícola se aproxima dos valores originais observados na vegetação nativa. Dessa maneira, nessas condições, o acúmulo de C no solo tenderá a ser nulo, uma vez que o solo estará muito próximo da sua capacidade máxima de armazenar carbono.

Finalmente, pode-se afirmar que, dependendo da finalidade, o componente florestal do sistema ILPF é uma opção viável para estocar o CO_2 atmosférico na forma de madeira.

Tabela 2. Balanço de carbono em área de ILP e ILPF aos 7 anos de idade – Embrapa Cerrados

Sistema	ECH ₄ ⁽¹⁾	N ₂ O excreta ⁽²⁾	Emissão média anual de N ₂ O solo ⁽³⁾	Taxa lotação (Cabeça.ha ⁻¹)	Carbono do Solo ⁽⁴⁾	Fixação de C no tronco ⁽⁵⁾	Emissão média anual acumulada ⁽⁶⁾	Balanço anual C ⁽⁷⁾
ILP	3,4	0,527	0,407	3,0	4,7	0	3,84	+0,86
ILPF	2,0	0,298	0,306	1,7	3,5	20,7	2,31	+21,89

⁽¹⁾ Emissão animal de CH₄ (Mg de CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹) com potencial de aquecimento global – PAG (100- horizonte de tempo em anos) relativo a CO₂ =25 (IPCC, 2008), considerando seis anos do sistema com animais para efeito de cálculo (ILP=2,91 e ILPF=1,71).

⁽²⁾ Fator de emissão de excreta bovina (Lessa et al., 2014) em Mg de CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹ considerando 6 anos do sistema com animais para efeito de cálculo.

⁽³⁾ N₂O (Mg de CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹) emitido pelo solo sob pastagem e grãos com potencial de aquecimento global – PAG relativo a CO₂ = 298 (IPCC, 2008), média dos 7 anos de sistema (6 anos de pastagem + 1 ano sob cultura de grãos).

⁽⁴⁾ Sequestro médio de C pelo solo até 100 cm de profundidade (Mg CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹).

⁽⁵⁾ Considerando o volume até a altura comercial do tronco das árvores (Mg de CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹).

⁽⁶⁾ Emissão média anual (Mg de CO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹) (CH₄ entérico+ N₂O solo+ N₂O excreta).

⁽⁷⁾ Considerando uma população de 417 árvores por hectare aos 7 anos de idade, considerando as emissões anuais de CH₄ entérico durante 6 anos (condição real) e emissão de N₂O acumulada nos 7 anos.

Considerações Finais

Apesar da importância da pecuária bovina para a sociedade brasileira, as emissões de GEEs vêm estigmatizando a atividade como grande vilã do clima. A integração lavoura-pecuária-floresta consiste em uma alternativa viável do ponto de vista ambiental para tornar a pecuária brasileira neutra quanto à emissão de GEE.

Dados ainda preliminares demonstram que a destinação de 15% da área total de pastagem para o sistema ILPF, numa densidade de 417 árvores/ha⁻¹, seria suficiente para compensar todas as emissões de GEE oriundas dos animais em recria (CH₄) e da pastagem (N₂O), deixando ainda um saldo positivo de carbono na fazenda. Ou seja, uma propriedade com 1.000 ha de pastagem deve destinar 150 ha ao sistema ILPF (417 árvores/ha⁻¹ com taxa de lotação de 1,7 cabeça/ha⁻¹) e 850 ha para o sistema ILP (taxa de lotação 3 cabeças/ha⁻¹) para que haja compensação das emissões de GEE. Outra maneira seria a distribuição e a manutenção de aproximadamente 70 árvores/ha em toda área de pastagem, considerando a taxa de lotação próxima a 1,7 cabeça.ha⁻¹, para que se obtenha resultados semelhantes. O arranjo espacial das árvores pode ficar a critério do produtor, observando o que é mais apropriado para sua propriedade, facilitando o manejo de todos os componentes do sistema.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – Projeto PECUS.

Referências

ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A. **Carne Carbono Neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2015. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210).

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. **Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011. Prefácio.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC** (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília, DF: 2012. 172 p.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa**. 4. ed. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706227/4ed_ESTIMATIVAS_ANUAIS_WEB.pdf/a4376a93-c80e-4d9f-9ad2-1033649f9f93>. Acesso em: 04 dez. 2018.

CARDOSO, A. da S. **Greenhouse gas emissions and N₂O mitigation in beef cattle production on tropical pasture**. 2016. 162 f. Tese (doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2016.

CARVALHO, A. M.; DE OLIVEIRA, W. R. D.; RAMOS, M. L. G.; COSER, T. R. S.; DE OLIVEIRA, A. D.; PULROLNIK, K.; SOUZA, K. W.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L. Soil N₂O fluxes in integrated production systems, continuous pasture and Cerrado. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 107, p. 01-15, 2017.

CORDEIRO, L. A. M.; ASSAD, E. D.; FRANCHINI, J. C.; SÁ, J. C. M.; LANDERS, J. N.; AMADO, T. J. C.; RODRIGUES, R. A. R.; ROLOFF, G.; BLEY JÚNIOR, C.; ALMEIDA, H. G.; MOZZER, G. B.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; EVANGELISTA, B. A.; PELLEGRINO, G. Q.; MENDES, T. A.; AMARAL, D. D.; RAMOS, E.; MELLO, I.; RALISCH, R. **O Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono**. Brasília, DF: MAPA; EMBRAPA; FEBRAPDP, 2011. 75 p.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHAO, R. L.; PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MACIEL, G. A.; SOUZA, K. W.; PEREIRA, L. G. R. Neutralization of enteric methane emissions by carbon sequestration under integrated crop-livestock and crop-livestock-forest systems in Cerrado region. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GASES DE EFEITO ESTUFA NA AGROPECUÁRIA, 2., 2016, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa, 2016.

IPCC. Climate change 2013: the physical science basis. In: STOCKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G. K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P. M. (Ed.). **Contribution of working group 1 to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change**. Cambridge: Cambridge University, 2013. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SALTON, J. C.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MÜLLER, M. Conceitos e modalidades da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 21-33. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

LESSA, A. C. R.; MADARI, B. E.; PAREDES, D. S.; BODDEY, R. M. URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R. Bovine urine and dung deposited on Brazilian savannah pastures contribute differently to direct and indirect soil nitrous oxide emissions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 104-111, 2014.

LORENZ, K.; LAL, R. Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, n. 2, p. 443-454, 2014.

OLIVEIRA, P. P. A. Gases de efeito estufa em sistemas de produção animal brasileiros e a importância do balanço de carbono para a preservação ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, p. 623-634, 2015.

OLIVEIRA, P. P. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; MEO FILHO, P. de; BERNDT, A.; PEDROSO, A. de F.; BERNARDI, A. C. de C. Balanço e emissões de gases de efeito estufa em sistemas integrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 1.; ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 4., Pato Branco, 2017, **Intensificação com sustentabilidade**. Cascavel: UTFPR, 2017. p. 23-32.

PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; MULLER, M. Oportunidades e desafios dos sistemas integrados na produção. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 25, p. 25-35, 2017.

USDA. **Livestock and Poultry**: World Markets and Trade, 2018. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2018.

VILELA, L.; MARTHA JR. G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JR. R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1127-1138, 2011.

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>

Embrapa Cerrados
BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
Fax: (61) 3388-9879
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
1ª impressão (2019):
30 exemplares

Impressão e acabamento
Embrapa Cerrados



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações

Presidente

Marcelo Ayres Carvalho

Secretária executiva

Marina de Fátima Vilela

Membros

Alessandra Silva Gelape Faleiro,

Cícero Donizete Pereira, Gustavo José Braga,

João de Deus G. dos Santos Júnior,

Jussara Flores de Oliveira Arbues,

Maria Edilva Nogueira,

Shirley da Luz Soares Araujo

Supervisão editorial

Jussara Flores de O. Arbues

Revisão de texto

Jussara Flores de O. Arbues

Normalização bibliográfica

Shirley da Luz Soares Araujo

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Leila Sandra Gomes Alencar

Foto da capa

Fabiano Bastos