

Liberação de CO₂, CH₄ e N₂O de pastagem em região tropical

As pastagens são consideradas um dos principais ecossistemas do mundo, de grande importância em muitas regiões de clima tropical. A transformação de sistemas naturais em pastagens cultivadas contribui para o aumento da concentração de gases de efeito estufa (gás carbônico, metano e óxido nítrico) na atmosfera, com influência sobre as alterações climáticas. Dentro desse enfoque, esta revisão relata a possível contribuição das pastagens cultivadas na emissão de gases de efeito estufa. As pastagens manejadas de forma inadequada têm estimulado perdas de nutrientes do solo e o desmatamento de novas áreas de vegetação nativa para implantação de novas áreas de pastagens, gerando impacto ambiental por atuarem na emissão de gases de efeito estufa. No entanto, quando manejadas adequadamente, as pastagens apresentam alto potencial de compensação de emissão dos gases de efeito estufa, tendo em vista que podem expressivamente emitir menos metano e armazenar mais carbono e nitrogênio nas plantas e no solo.

Palavras-chave: Sistemas agropecuários; Mudanças climáticas; Gases de efeito estufa; Troca gasosa.

Release of CO₂, CH₄ and N₂O from pasture in tropical region

Pastures are considered one of the main ecosystems in the world, of great importance in many regions with a tropical climate. The transformation of natural systems into cultivated pastures contributes to an increase in the concentration of greenhouse gases (carbon dioxide, methane and nitrous oxide) in the atmosphere, with an influence on climate change. Within this approach, this review reports the possible contribution of cultivated pastures to the emission of greenhouse gases. Inadequately managed pastures have stimulated nutrient losses from the soil and the deforestation of new areas of native vegetation for the implantation of new pasture areas, generating environmental impact by acting in the emission of greenhouse gases. However, when properly managed, pastures have a high potential for offsetting greenhouse gas emissions, given that they can significantly emit less methane and store more carbon and nitrogen in plants and soil.

Keywords: Agricultural systems; Climate changes; Greenhouse gases; Gas exchange.

Topic: **Notas Científicas**

Received: **08/06/2022**

Approved: **19/08/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos 
Instituto Nacional do Semiárido, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7181469410230835>
<http://orcid.org/0000-0003-2271-4859>
erika.vasconcelo@insa.gov.br

Fábio Rodrigo Araújo Pereira 
Instituto Federal de Pernambuco, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3441504805825799>
<http://orcid.org/0000-0003-0293-1776>
fabirodrigopereira@hotmail.com

Ana Beatriz Alves de Araújo 
Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3258937728496364>
<http://orcid.org/0000-0003-0477-0021>
beatrizufersa@gmail.com

Francisco de Oliveira Mesquita 
Instituto Nacional do Semiárido, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2630263044186621>
<http://orcid.org/0000-0002-8580-079X>
mesquitagro@yahoo.com.br

José Henrique Souza Costa 
Instituto Nacional do Semiárido, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9001871809468764>
<http://orcid.org/0000-0002-2238-4733>
josehenriqueufcg@gmail.com

Alexandre Pereira de Bakker 
Instituto Nacional do Semiárido, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5913290628658008>
<http://orcid.org/0000-0002-7634-4286>
alexandrebakker@insa.gov.br



DOI: 10.6008/CBPC2318-2881.2022.003.0012

Referencing this:

VASCONCELOS, E. S. A. G.; PEREIRA, F. R. A.; ARAÚJO, A. B. A.; MESQUITA, F. O.; COSTA, J. H. S.; BAKKER, A. P.. Liberação de CO₂, CH₄ e N₂O de pastagem em região tropical. *Nature and Conservation*, v.15, n.3, p.146-153, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2022.003.0012>

INTRODUÇÃO

As pastagens são consideradas um dos principais ecossistemas do mundo que ocupa aproximadamente 25% da superfície terrestre e cerca de 70% de áreas agricultáveis (DUBEUX JUNIOR et al., 2011), as quais são de considerável importância em muitas regiões de clima temperado e tropical. No Brasil, cerca de 154 milhões de hectares de norte a sul do país (Projeto MapBiomass¹), sob diferentes situações de clima e solo, são cobertos por pastagens nativas e cultivados (KASCHUK et al., 2010), representando um dos principais sistemas produtivos do país.

As pastagens apresentam grande importância na produção animal, principalmente, por ser à base da alimentação dos animais, responsável por 90% do suprimento nutricional dos ruminantes (EUCLIDES et al., 2010) e, além disto, devido ao baixo custo de produção (SANTOS et al., 2009), torna a pecuária brasileira fortemente competitiva.

No Brasil, a exploração das pastagens, normalmente, tem sido realizada em sistema de exploração do potencial de produção do solo, sem ou com pequena adição de nutrientes. Nos primeiros anos após o estabelecimento, a produtividade das pastagens é alta, como decorrência da incorporação de grande quantidade de nutriente ao solo, contido na biomassa da vegetação nativa incinerada (TOWNSEND et al., 2010). Entretanto, notadamente após cinco a seis anos de utilização das pastagens (TOWNSEND et al., 2010), ocorre uma gradativa redução dessa produtividade, havendo surgimento de ervas daninhas e áreas de solo descoberto (BODDEY et al., 2004), promovendo reflexos altamente significativos e negativos no desempenho zootécnico dos rebanhos (TOWNSEND et al., 2010) e ao meio ambiente devido ao processo de degradação. Com o avanço do processo de degradação, muitas das áreas descobertas são usualmente abandonadas, levando à abertura de novas áreas de vegetação nativa para serem ocupadas por pastagens cultivadas (WILSEY et al., 2002).

A degradação de pastagens é destacada como um dos maiores problemas ambientais da pecuária brasileira, sendo um dos temas bastante relevante na literatura (DIAS FILHO, 2011; OLIVEIRA et al., 2003; COSTA et al., 2006; YDOYAGA et al., 2006) por afetar diretamente a produtividade e a sustentabilidade do sistema produtivo (PERON et al., 2004).

Estima-se que dos 50 a 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil Central cerca de 80% dessas áreas encontra-se em algum estágio de degradação (FIGUEIREDO et al., 2008), encontrar-se, dessa forma, em processo evolutivo de perda de vigor, sem possibilidade de recuperação natural e incapazes de sustentar os níveis de produção e qualidade exigido pelos animais, bem como de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas invasoras (IEIRI et al., 2010).

Tal situação contradiz o sistema de produção agropecuário sustentável, que por definição é aquele que satisfaz necessidades humanas, melhoria da qualidade ambiental e dos recursos naturais, com utilização eficiente dos recursos não renováveis, viabilidade econômica e melhoria da qualidade da vida (VANLAUWE et al., 2001; SCHIERE et al., 2002).

¹ Projeto MapBiomass – Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil - Coleção 6, acessado em 27/06/2022 através do link: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_PASTAGEM_13.10.2021_ok_ALTA.pdf

O uso intensivo das áreas de pastagens pode causar e acelerar os processos de degradação ambiental em ecossistemas frágeis, elevando o potencial de dano de perda de solo (SPAROVEK et al., 2007) e de nutrientes, gerando grandes problemas em todo o ecossistema. Além disso, a transformação de sistemas naturais em pastagens cultivadas representa, nas regiões tropicais, um importante fator que contribui para o aumento da concentração de CO₂ e outros gases de efeito estufa na atmosfera, com influência sobre as alterações climáticas (D'ANDRÉIA et al., 2004). Dentro desse enfoque, esta revisão relata a possível contribuição das pastagens cultivadas na emissão de gases de efeito estufa.

DISCUSSÃO

Emissão de gases de efeito estufa das pastagens cultivadas

O aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) como o gás carbônico (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (MUÑOS et al., 2010; GALBALLY et al., 2010), devido às atividades antropogênicas, influencia o aumento da temperatura global do planeta por proporcionar maior retenção do calor. Esses gases, juntamente com o vapor d'água, permitem que a radiação solar, principalmente na forma de luz visível, atinja a superfície do planeta e bloqueiam parcialmente a radiação infravermelha que é emitida da superfície para a atmosfera, provocando aumento no efeito estufa (CARDOSO, 2012).

O efeito estufa consiste em um mecanismo natural que mantém a temperatura média do planeta entre 14 a 16 °C desde antes da forte interferência da humanidade, registrada na atualidade, que está alterando a concentração dos GEE (YOUNG, 2002). Segundo Cardoso (2012), a preocupação global não está voltada para o aquecimento causado por fontes naturais de GEE, sem o qual o planeta seria muito frio para suportar, mas sim no aumento das concentrações de GEE na atmosfera induzidas pelo homem (ação antropogênica), que causam o aquecimento global adicional e, conseqüentemente, as mudanças climáticas.

Dentre as atividades antropogênicas, a produção animal em sistemas de pastagens cultivadas convive com o vínculo dos impactos gerados ao meio ambiente pela sua atividade e relação com o aumento na emissão dos GEE, que contribui para o aquecimento global. A contribuição das pastagens para o potencial de aquecimento global líquido é em grande parte desconhecido (LIEBIG et al., 2010), mas alguns trabalhos relatam essa contribuição.

Segundo Silva (2010), considerando o total de emissões de toda a cadeia produtiva, a pecuária é responsável por 12% do aquecimento global, podendo ser ainda maior esse valor, em torno de 18%, se for considerado o desmatamento provocado pela expansão das áreas de pastagens. Como consequência, tem-se que o setor pecuário contribui com 9% das emissões globais de CO₂, 37% de CH₄ e 65% de N₂O.

As mudanças no uso da terra, geradas pela expansão da pecuária e implantação de novas pastagens, a emissão de óxido nitroso por fertilizantes nitrogenados e a produção de metano de origem metabólica são consideradas as principais fontes de origem das emissões do GEE (BARCELLOS et al., 2008).

As mudanças no uso de terra, especialmente pela conversão de florestas nativas em pastagem tem contribuído com as emissões de CO₂ para atmosfera, cujo gás é considerado o mais importante GEE

antropogênico, que contribui relativamente com 60% para o efeito estufa (SILVA JUNIOR et al., 2004).

O Brasil, especificamente a região da Amazônia Legal, apresentava até 2007 uma área desmatada correspondente a 691.123 km², equivalente a cerca de 17,2% de toda a floresta Amazônica. Em torno de 80% dessa área desmatada tem sido utilizada com pastagens cultivadas e estima-se que metade desta área se encontra em degradação e, em alguns casos, abandonada (ARAÚJO et al., 2011). Essa conversão de áreas de floresta amazônica em pastagem resulta na emissão de GEE durante as operações de queimadas da floresta e, ou das pastagens (FEARNSIDE, 2002).

As queimadas que acompanham o desmatamento determinam as quantidades de gases emitidas não somente da parte da biomassa vegetal queimada, mas também da parte que não é queimada. Nas queimadas, além da emissão de CO₂, também são emitidos para atmosfera outros gases como metano, monóxido de carbono (CO) e óxido nitroso. A parte da biomassa que não é queimada inicialmente, mas é aquecida com as chamas, também serão oxidadas, uma parte por processo de decomposição microbiana e outra parte por requeimadas (FEARNSIDE, 2002).

Segundo Cerri et al. (2010), a conversão de floresta em pastagem no Brasil tem emitido 1.074,2 milhões de toneladas de CO₂ eq., representando o maior contribuinte desse gás para atmosfera. Por outro lado, os mesmos autores, também, relatam que a pastagem é de grande importância para mitigar as emissões de GEE por apresentar capacidade de remover CO₂ da atmosfera.

A conversão de áreas de vegetação nativa em pastagens também tem ocasionado redução dos teores de carbono orgânico do solo (COS) (ARAÚJO et al., 2011) mediante o revolvimento do solo que promove a liberação do C armazenado para atmosfera na forma de CO₂ (SILVA, 2010). Estima-se que os solos contem aproximadamente 1.550 Pg de C, o que equivale a mais de duas vezes a quantidade estocada na vegetação ou na atmosfera, representando o maior reservatório terrestre deste elemento (CARDOSO, 2012). A emissão de CO₂ está relacionada à respiração dos organismos do solo ao longo do tempo, e quando a respiração é superior à deposição de material orgânico ocorre perda de C do solo para atmosfera.

Apesar da redução de COS com a conversão de áreas, as pastagens apresentam capacidade de sequestrar de CO₂ atmosférico e converter a COS, a qual é estimada em 0,5 Pg C ano⁻¹, ressaltando a importância destes ecossistemas para o ciclo C global e indiretamente regular o clima (LIEBIG et al., 2010).

A pecuária bovina no Brasil também tem se destacado nas emissões de o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), sendo considerado como a terceira maior fonte desses GEE (COSTA JUNIOR et al., 2011). Segundo Cerri et al. (2009), a quantificação da emissão de GEE proveniente da pecuária bovina é complexa, pois não se restringe a determinar somente a emissão proveniente da fermentação entérica dos bovinos, como também são necessários cálculos para manejo de dejetos e mudança do uso da terra.

Nas pastagens manejadas extensivamente, as fontes de emissão de GEE são a fermentação entérica, os dejetos sólidos, os dejetos líquidos, os fertilizantes e a calagem (CO₂), sendo esses dois últimos relacionados à recuperação e à manutenção das pastagens. A fermentação entérica resulta em emissões de CH₄ para a atmosfera assim como os dejetos sólidos (fezes), enquanto que os dejetos líquidos promovem, principalmente, a emissão de N₂O (COSTA JUNIOR et al., 2011). Essas emissões são pouco conhecidas na

microbiana de amônio no solo (MUÑOZ et al., 2010) para nitrato, enquanto que a desnitrificação consiste na redução microbiana de nitrato, nitrito, óxido nítrico e de N₂O a N₂ (nitrogênio atmosférico) (MOREIRA et al., 2006). A nitrificação é mediada principalmente por bactérias autotróficas, depende de condições aeróbias e está diretamente relacionada ao suprimento de NH₄⁺. Já a desnitrificação ocorre em condições anaeróbias, é realizada por bactérias heterotróficas anaeróbias facultativas, as quais dependem da disponibilidade de carbono orgânico e de nitrato. Estes processos podem ocorrer ao mesmo tempo no solo, haja vista que no interior dos agregados podem desenvolver-se microssítios de aerobiose e anaerobiose (GIACOMINI et al., 2006). Apesar de serem bem conhecidos esses processos de produção de N₂O, suas taxas são variáveis e mal quantificadas (OENEMA et al., 1997).

Os dejetos líquidos de animais quando excretados ou aplicados no solo como fertilizantes podem favorecer a emissão de N₂O por estimular tanto a nitrificação como a desnitrificação (COSTA JUNIOR et al., 2011), devido a elevada concentração de N na urina dos animais (OENEMA et al., 1997). Geralmente, observa-se um aumento nas emissões desse gás imediatamente após a deposição de urina ao solo (COSTA JUNIOR et al., 2011). Carter (2007), avaliando a contribuição de nitrificação e desnitrificação na emissão de N₂O por urina, a emissão de N₂O aumentou de 3,9 para 42,3 g m⁻² h⁻¹ após aplicação de 52,9 g m⁻² de urina diretamente ao solo.

Apesar de todos esses aspectos abordados relacionados a emissão de GEE, as pastagens apresentam capacidade de reduzir as emissões dos GEE, por possuírem bastante potencial de compensação que pode ser atingido por meio de intervenções dos fatores que contribuem. A mudança do uso da terra e a degradação do solo liberam mais GEE do que o sistema de produção pecuário. Dessa forma, práticas de restauração da matéria orgânica e a redução da erosão, do desmatamento, das perdas decorrentes das queimadas e do excesso de pastoreio podem colaborar a reter as grandes quantidades de carbono emitido pelo sistema. Assim, a exploração de culturas para produção de ração ou de pastagem em áreas degradadas, bem como a adoção de sistema agropastoril tem sido práticas incentivadas para esse objetivo (SILVA, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo inadequado das áreas de pastagens tem estimulado perdas de nutrientes do solo e o desmatamento de novas áreas de vegetação nativa para implantação de pastagens, gerando, assim, impacto ambiental por atuarem na emissão de gases de efeito estufa. Em contrapartida as emissões dos GEE, as áreas de pastagens, quando manejadas de forma adequada segundo recomendações técnicas, apresentam alto potencial de compensação dos mesmos, tendo em vista que podem expressivamente emitir menos metano e armazenar mais carbono e nitrogênio na biomassa das plantas e no solo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; SILVA, I. R.; OLIVEIRA, E. K.. Impacto da conversão floresta pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. *Acta Amazônica*, v.41, p.103-114, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0044->

[59672011000100012](https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000100012)

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas

- exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Rev. Bras. Zootec.**, v.37, p.51-67, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300008>
- BORTOLI, M.; KUNZ, A.; SOAREAS, H. M.; BELLI FILHO, P.; COSTA, R. H. R.. Emissão de óxido nitroso nos processos de remoção biológica de nitrogênio de efluentes. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.17, n.1, p.1-6, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-41522012000100003>
- CARDOSO, A. S.. **Avaliação das emissões de gases de efeito estufa em diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil Central**. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- CARTER, M. S.. Contribution of nitrification and denitrification to N₂O emissions from urine patches. **Soil Biology and Biochemistry**, v.39, p.2091-2102, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.03.013>
- CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; MAIA, S. M. F.; CERRI, C. E. P.; JUNIOR, C. C.; FEILG, B. J.; FRAZÃO, L. A.; MELLO, F. F. C.; GALDOS, M. V.; MOREIRA, C. S.; CARVALHO, J. L. N.. Greenhouse gas mitigation options in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. **Sci. Agric. Piracicaba**, v.67, n.1, p.102-116, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-90162010000100015>
- COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T.; PEREIRA, R. G. A.. Recuperação e renovação de pastagens degradadas. **Revista Electrónica de Veterinária**, v.7, p.9-49, 2006.
- D'ANDRÉIA, A. F.; SILVA, M. L.; CURI, N.; GUILHERME, L. R. G.. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.39, p.179-186, 2004. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000200012>
- DIAS FILHO, M. B.. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Rev. Bras. Zootec.**, v.40, p.243-252, 2011.
- DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; MUIR, J. P.; SANTOS, M. V. F.; VENDRAMINI, J. M. B.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.. Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. **Rev. Zootec.**, v.40, p.280-290, 2011.
- EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.151-168, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300018>
- FERNSIDE, P. M.. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v.16, p.99-123, 2002. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-40142002000100007>
- FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; TOSTES, R.. Propriedades físicas e matéria orgânica de um latossolo vermelho sob sistema de manejo e cerrado nativo. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.24, n.3, p.24-30, 2008.
- GALBALLY, I. E.; MEYER, M. C. P.; WANG, Y. P.; SMITH, C. J.; WEEKS I. A.. Nitrous oxide emissions from legume pasture and the influences of liming and urine addition. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.136, p.262-272, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.agee.2009.10.013>
- GIACOMINI, S. J.; JANTALIA, C. P.; AITA, C.; URQUIAGA, S. S.; ALVES, B. J. R.. Emissão de óxido nitroso com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.14, n.11, p.1653-1661, 2006. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2006001100012>
- IEIRI, A. Y.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com *Brachiaria*. **Ciênc. Agrotec.**, v.34, p.1154-1160, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500011>
- COSTA JUNIOR, C. C.; GOULART, R. S.; ALBERTINI, T. Z.; MAZZETTO, A. M.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. E. P.; LANNA, D. P.; CERRI, C. C.. Revisão: Emissão de gases do efeito estufa e sustentabilidade: uma perspectiva do sistema de produção de carne bovina no Brasil. **Rev. Bras. de Agropecuária Sustentável**, v.1, p.185-197, 2011. DOI: <http://doi.org/10.21206/rbas.v1i1.29>
- LIEBIG, M. A.; GROSS, J. R.; KRONBERG, S. L.; PHILLIPS, R. L.; HANSON, J. D.. Grazing management contributions to net global warming potential: a long-term evaluation in the northern great plains. **Journal of Environmental Quality**, v.39, p.799-809, 2010. DOI: <http://doi.org/10.2134/jeq2009.0272>
- KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M.. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian Ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology e Biochemistry**, Oxford, v.42, p.1-13, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.08.020>
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006.
- MUÑOZ, C.; PAULINO, L.; MONREAL, C.; ZAGAL, E.. Greenhouse gas (CO₂ and N₂O) emissions from soils: A review. **Chil. J. Agr. Res.**, v.70, p.485-497, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392010000300016>
- OENEMA, O.; VELTHOF, G. L.; YARNULK, S. I.; JARVIA, S. C.. Nitrous oxide emissions from grazed grassland. **Soil Use and Management**, v.13, p.288-295, 1997.
- OLIVEIRA, P. P. A.; BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M.. Liming and fertilization to restore degraded *Brachiaria decumbens* pastures grown on an entisol. **Scientia Agricola**, v.60, n.1, p.125-131, 2003. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-90162003000100019>
- PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R.. Degradação de pastagem em regiões de Cerrado. **Ciênc. Agrotec.**, v.28, p.655-661, 2004. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-70542004000300023>
- 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, v.39, p.277-283, 2004. DOI:

<http://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300011>

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOREIRA, L. M.. Produção de bovinos em pastagens de capim-braquiária diferidas. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.4, p.635-642, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1516-35982009000400007>

SILVA, T. G. F.. Aspectos conceituais, métodos de análise e levantamento de informações para o setor pecuário de Pernambuco frente dos cenários de mudanças climáticas. In: GALVÍNIO, J. D.. **Mudanças climáticas e impactos ambientais**. Recife: Universitária da UFPE, 2010. p.25-64.

SILVA JR., R. S.; MOURA, M. A. L.; MEIXNER, F. X.; KORMANN, R.; LYRA, R. F. F.; NASCIMENTO FILHO, M. F.. Estudo da concentração de CO₂ atmosférico em área de pastagem na região amazônica. **Rev. Bras. de Geofísica**, v.22, p.259-270, 2004. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0102-261X2004000300005>

SCHIERE, J. B.; IBRAHIM, M. N. M.; VAN KEULEN, H.. The role of livestock for sustainability in mixed farming: criteria and scenario studies under varying resource allocation. **Agriculture, Ecosystems & Environments**, v.90, p.139-153, 2002. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00176-1](http://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00176-1)

SPAROVEK, G.; CORRECHEL, V.; BARRETTO, A. G. O. P.. The risk of erosion in Brazilian cultivated pastures. **Sci. Agric.**

(Piracicaba, Braz.), v.64, n.1, p.77-82, 2007. DOI:

<http://doi.org/10.1590/S0103-90162007000100012>

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, v.5, p.27-49, 2010.

VANLAUWE, B.; AIHOU, K.; HOUNGNANDAN, P.; DIELS, J.; SANGINGA, N.; MERCKX, R.; JENSEN, E. S.; RECOUS, S.. Nitrogen management in 'adequate' input maize-based agriculture in the derived savanna benchmark zone of Benin Republic. **Plant and Soil**, v.228, p.61-71, 2001.

WILSEY, B. J.; PAI, G.; ROULET, N. T.; MOORE, T. R.; POTVIN, C.. Tropical pasture carbon cycling relationships between C source/sink strength, above-group biomass and grazing. **Ecology Letters**, v.5, p.367-376, 2002. DOI: <http://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2002.00322.x>

YDOYAGA, D. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SILVA, M. C.; SANTOS, V. F.; FERNANDES, A. P. M.. Métodos de recuperação de pastagens de Branchiaria decumbens Stapf. no Agreste Pernambucano. **Rev. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.699-705, 2006. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1516-35982006000300010>

YOUNG, B. A.. Greenhouse gases and the animal industries. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE, 1. **Annals**. Obihiro, 2002. p.9-14.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.