

CONVERSÃO DO CERRADO EM PASTAGENS CULTIVADAS E FUNCIONAMENTO DE LATOSSOLOS¹

Michel Brossard²
Alexandre de O. Barcellos³

RESUMO

No desenvolvimento do projeto IRD-Embrapa, foi estudado o funcionamento de Latossolos segundo abordagens físicas, hidrodinâmicas, biológicas e de geoquímica do fósforo, na conversão da vegetação nativa em pastagens cultivadas com *Brachiaria* spp. Este trabalho apresenta uma síntese das transformações ocorridas nos solos sob pastagens, os processos de transformação da vegetação e os aspectos práticos relacionados a essa importante área de pastagens cultivadas do Cerrado brasileiro.

Termos para indexação: recursos naturais e meio ambiente, pecuária, solos.

CONVERSION DU CERRADO EN PÂTURAGES CULTIVÉS ET FONCTIONNEMENT DES FERRALSOLS

RÉSUMÉ

Dans le cadre d'un projet de recherche Institut de recherche pour le développement-Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (IRD-Embrapa) le fonctionnement des Ferralsols a été abordé, sous l'angle des propriétés physiques, hydrodynamiques, biologiques et géochimiques du phosphore, lors de la transformation de la savane en pâtures cultivées à base de *Brachiaria* spp. Cette contribution en dresse les principaux bilans et apporte des éclairages sur l'évolution des sols sous pâtures, les processus concernés par le changement de végétation et des aspects pratiques qui concernent les vastes étendues de pâtures cultivées du Cerrado.

Termes d'indexation: ressources naturelles et environnement, productions végétales, sols.

¹ Artigo originalmente publicado sob o título de *Conversion du Cerrado en pâtures cultivées et fonctionnement des Ferralsols*, no periódico *Cahiers D'études et de Recherches Francophones/Agricultures*. Volume 14, Numéro 1, 64-69, janvier-février 2005.

² Pedólogo, Doutor em Pedologia, pesquisador do Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Unité Valpédo, BP 64501, 34394, Montpellier, cedex 5, France. brossard@mpl.ird.fr

³ Agrônomo, M.Sc. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, 73310-970 Planaltina, DF. barcello@cpac.embrapa.br

THE CERRADO BIOMA CONVERSION TO CULTIVATED PASTURES AND FERRALSOLS FUNCTIONING

ABSTRACT

During an IRD-Embrapa project the functioning of ferralsols has been studied with regard to its physics, hydrodynamics and biology and the geochemistry of phosphorus against a background of the transformation of the natural savannah vegetation into cultivated *Bracharia* spp. pastures. This paper describes the main balances and attempts to clarify the features of the soils under pasture which are affected, and in particular ferralsols. The work has shown that the state of the soil under an old, unproductive pasture is characterised by medium-low organic matter content and very low concentrations of plant-available phosphate ions. The surface horizon usually exhibits a loss of porosity and the soil structure is altered, being more compacted. The hydraulic properties do not seem to be greatly affected, and runoff and erosion are only localised problems resulting from very bad soil management practices used on certain watershed catchment basin. The diversity and biomass of the soil macrofauna are reduced. However the physical and biogeochemical behaviour recorded indicate that properties favourable to plant growth can be restored by changing the management of the system. On the other hand, we have shown that these soils remain very susceptible to fluctuating rainfall, the available water reserve declining rapidly, particularly when the fine porosity falls. But the cause of the decline in this case is the occurrence of short dry seasons.

Index terms: natural resources and environment, pastures, soil.

INTRODUÇÃO

Constituindo uma das últimas fronteiras agrícolas (WANIEZ, 1992) das savanas tropicais do continente sul-americano, o Cerrado no Brasil e os Llanos da Colômbia e da Venezuela (LÓPEZ-HERNÁNDEZ, 1995) foram incluídos no processo de produção agropecuária nos últimos 40 anos, gerando, permanentemente, questionamentos à pesquisa.

No Cerrado, a produção pecuária, particularmente a de gado de corte, passou rapidamente do manejo de recursos forrageiros da savana herbácea e arbórea, como fonte de alimento para o gado, à exploração dos recursos de pastagens cultivadas.

A introdução de *Poaceas* exógenas permitiu, durante 3 décadas, multiplicar de cinco a dez vezes a carga animal por unidade de superfície. Esses

sistemas, porém, perdem, em geral, a capacidade produtiva depois de 5 anos de exploração, ao se adotar um modelo extrativista de produção. A redução da fertilidade dos solos (física, química e biológica), a ocorrência de doenças e pragas e o manejo inadequado das superfícies pastejadas são os fatores mais citados como causa do declínio (BARCELLOS, 1996).

Em zonas de florestas, a ocupação de terras com gado tem servido como prática de abertura e ocupação de novas áreas, prestando-se também à atividade especulativa. Sem dúvida, no Cerrado a pecuária é uma atividade produtiva quando bem manejada. Atualmente, as áreas exploradas com essa produção são importantes. As áreas abertas constituem uma reserva significativa de terras cultiváveis que podem, por meio de associações de cultivos anuais associados à pecuária, manter os níveis de fertilidade do solo (AYARZA et al., 1998), e são uma alternativa às expansões especulativas na Região Amazônica. O conjunto dessas observações enquadram-se nos problemas agrícolas e de meio ambiente contemporâneos e extrapolam o âmbito brasileiro.

Inicialmente, o desenvolvimento agrícola do Cerrado teve como objetivo a construção de um potencial produtivo, por meio da adaptação de técnicas a solos óxícos de baixa saturação por base. Trinta anos mais tarde, o que se busca é evitar a queda do potencial produtivo instalado. Nas pastagens degradadas ou em declínio, registram-se baixos ganhos de peso animal durante a estação chuvosa e perdas de peso durante a estação seca (4 a 6 meses), levando a uma pequena produtividade animal. Paralelamente, a seleção animal evoluiu consideravelmente, sem que as pastagens correspondessem às necessidades alimentares dos bovinos de alto potencial produtivo de carne. Esse cenário é percebido pelos produtores altamente capitalizados.

Neste trabalho, é apresentado um balanço dos principais resultados científicos obtidos no projeto Embrapa Cerrados-IRD (Institut de Recherche pour le Développement), França, sobre as propriedades físicas, hidrodinâmicas, biológicas e geoquímicas do fósforo dos solos e suas conseqüências práticas. Esse projeto foi desenvolvido em parceria firmada entre brasileiros e franceses, no período compreendido entre 1997 e 2002 (Tabela 1).

O CONTEXTO DA AGROPECUÁRIA NO CERRADO

O bioma Cerrado (entre 2°S e 23°S e entre 45°O e 63°O) cobre cerca de 206.10⁶ ha, representando pouco mais de 24% do território brasileiro,

Tabela 1. Principais resultados científicos do projeto Embrapa Cerrados – IRD.

Temática	Ação de pesquisa	Principais colaboradores	Teses e relatórios	Referências
Propriedades físicas e hidrodinâmicas	Síntese do efeito do cultivo sobre as propriedades físicas de latossolos	A. Bruand (Inra/Isto) J.C. Leprun (IRD) A. Bruand (Inra/Isto) M.F. Guimarães (UEL)	L.C. Balbino (Embrapa Arroz e Feijão, INA-PG) G. A. Fregonesi (UEL)	Balbino et al. (2002a) Balbino et al. (2001), Fregonezi et al. (2001), Balbino et al. (2003), Balbino (2001), Fregonezi (1999), Balbino et al. (2002) Brunet et al. (2002), Brunet e Brossard (2000), Brunet (2002), Brunet et al. (2002a)
	Análise da porosidade e das propriedades físicas de latossolos: efeito do cultivo em pastagens			
	Hidrodinâmica no campo	D. Brunet (IRD)		
Macrofauna de invertebrados	Levantamentos em diversas situações da região	A. Aquino (Embrapa Agrobiologia) E. Blanchart (IRD) S. P. Huang (UnB) A. Pasini (UEL) A. Aquino (Embrapa Agrobiologia) A. Pasini (UEL)	N. P. Benito (UEL) B. Bobillier (Paris XII) V. S. Dias (UnB) F. Duarte (UnB) I. de Oliveira (Upis, IRD) R. O. C. Da Silva (UnB)	Dias et al. (1979), Dias e Brossard (1999), Pasini et al. (2000), Silva (2000), Duarte (2002) Benito et al. (2000), Bobillier (1999)
	Análise do efeito da transformação do Cerrado em pastagens cultivadas			
Biogeoquímica do fósforo	Avaliação do recurso solo sob o aspecto químico de rotina	L. Vilela (Embrapa Cerrados) H. Quiquampoix & S. Stauton (Inra) T. Muraoka (Cena-USP)	E.J. Corazza (IRD, Esalq) M. Vitrac (Istom) L. Chapuis-Lardy (Paris VI) E.J. Corazza	Corazza et al. (1999), Corazza et al. (2000), Vitrac (2001) Chapuis-Lardy et al. (2001), Chapuis et al. (2002), Chapuis-Lardy (1997), Brossard et al. (2003) Corazza et al. (2000), Corazza et al. (2003), Corazza (2002), Corazza et al. (2003)
	Formas, natureza e estabilidade do fósforo			
	Biodisponibilidade			

Cena-USP: Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo.
 Esalq: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo.
 INA-PG: Institut National Agronomique Paris Grignon.
 Inra : Institut National de la Recherche Agronomique.
 Isto: Institut des sciences de la terre d'Orléans.
 Istom: École d'Ingénieurs Agro-Développement International de Cergy-Pontoise.
 Paris VI e XII: Universidades de Paris VI e XII.
 UEL: Universidade Estadual de Londrina, Paraná.
 UnB: Universidade de Brasília.
 Upis: União Pioneira de Integração Social – Faculdades Integradas, Brasília.

sendo, em superfície, o segundo bioma (o primeiro é a Amazônia). Ele é composto por 1.027 municípios, distribuídos em 12 estados. No século 20, mais precisamente no final dos anos 30, a política governamental de integração nacional favoreceu uma ocupação lenta e contínua da região, que culminou com a construção de Brasília. O interesse pelo Cerrado atinge o seu auge entre os anos 60 e 80, com o desenvolvimento de grandes projetos. As áreas transformadas pela agricultura e pela pecuária estão estimadas em $49,5.10^6$ ha de pastagens cultivadas, $13,4.10^6$ ha de cultivos anuais, 2.10^6 ha de cultivos perenes e $4,6.10^6$ ha destinados a reservas. Não existem mais grandes extensões de terra a serem abertas, particularmente no que concerne às áreas agricultáveis. A questão a investigar agora não é mais a abertura de novas áreas a serem incorporadas aos sistemas produtivos, mas, sim, manter e melhorar os sistemas produtivos por meio do controle das modificações no meio ambiente.

A conversão da vegetação nativa em pastagens cultivadas representou uma alternativa para aumentar a produção de carne da região. Isso foi obtido pela introdução de espécies forrageiras de origem africana, de grande capacidade de adaptação a solos e climas, nos gêneros de *Brachiaria* (corresponde a mais de 80% das pastagens cultivadas do Centro-Oeste brasileiro), de *Panicum* e de *Andropogon*. A pecuária do Cerrado representa 40% do rebanho bovino do País, contribuindo com aproximadamente 33% da carne brasileira produzida. Um decréscimo da produtividade das pastagens foi registrado nos últimos 15 anos, tendo atingido 80% das áreas pastejadas. O sobrepastejo é uma das causas do declínio, mas mal percebido pelos produtores. Além disso, nos sistemas atuais, a oferta mineral do solo para a planta vai se reduzir a médio prazo. Deve-se considerar o sistema solo/planta/bovino como do tipo extrativista.

ELEMENTOS DE SÍNTESE

Van Wambeke (1971), citando os agrônomos brasileiros nos anos 70, perguntava-se se teria que «converter as savanas em terras para cultivos, ou adaptá-las a pastagens melhoradas». A paisagem vegetal do Cerrado foi consideravelmente transformada, provando que as duas opções foram realizadas. Neste projeto, a observação de perfis de solos, em diversas situações sob pastagem cultivada e sob vegetação nativa, orientou as escolhas temáticas. Os trabalhos foram desenvolvidos em Latossolos, que representam cerca de 46%

da área do bioma Cerrado, sobre os quais as pastagens cultivadas estão majoritariamente localizadas.

Morfologicamente, os Latossolos são caracterizados pela pequena diferenciação vertical das camadas (Fig. 1), por um horizonte fortemente microagregado (Fig. 2 e 3), em uma espessura de solo significativa. Segundo a natureza das rochas matrizes, esses solos são areno-argilosos ou argilosos. O conteúdo de argila é geralmente pouco variável no perfil de solo, mas varia muito entre Latossolos, de 6% a 83% dentro do horizonte B microagregado. Os conteúdos de siltes variam de 1% a 23%. Esses solos possuem uma estrutura microagregada muito estável ; no entanto, a macroestrutura é pouco relevante e geralmente frágil. Os microagregados são de forma subarredondada, de 50 a 300 μm de diâmetro (Fig. 3 e 4). Em certos Latossolos, uma macroestrutura poliédrica subangulosa a grumosa pode ser observada. Geralmente, as densidades globais são observadas entre 0,8 e 1,2 g cm^{-3} .

Fig. 1. Latossolo Vermelho sob basalto (Goiás).



Foto: de M. Brossard.

Foto: de M. Brossard.

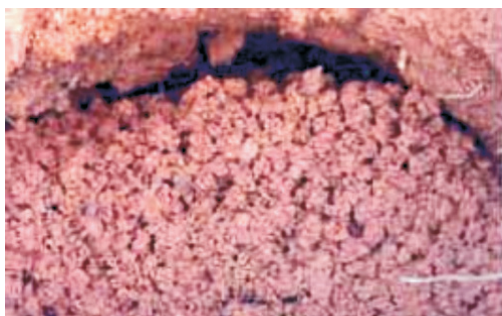


Fig. 2. Trabalho de formigas Atta, Latossolo Vermelho-Amarelo, horizonte Bw, 1,8 m de profundidade, escala 5 mm.

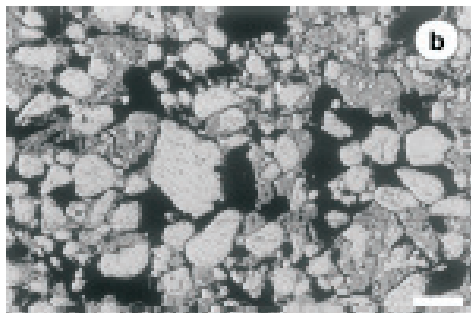


Fig. 3. Microagregados observados em microscopia de varredura (modo elétrons retro-difusos), Latossolo Vermelho, Arenó-Argiloso, camada 0 a 3 cm, pastagem, escala 500 mm.

Fonte: Trabalhos de tese de L.C. Balbino (2001).

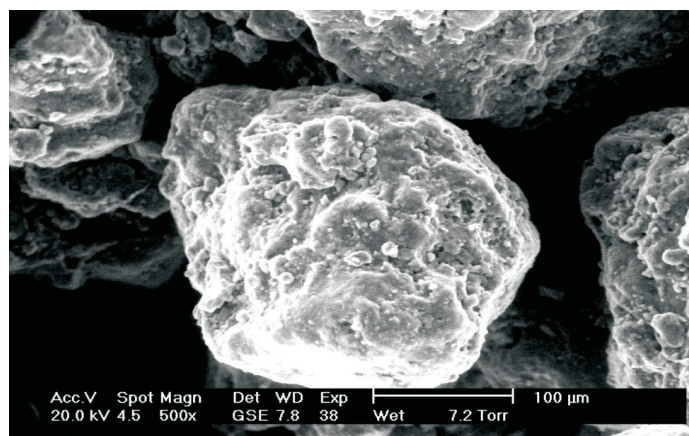


Fig. 4. Microagregado observado no microscópio eletrônico de varredura para meio ambiente (Mebe).

Fonte: Trabalhos de tese em andamento, col. A. Bruand (Isto Orléans) & H. Garreau (CRBA - Faculté de Pharmacie, Montpellier), escala 100 mm.

O estado de um Latossolo sob pastagem de 5 a 7 anos, de baixa produtividade, se caracteriza pelos baixos a médios conteúdos de matéria orgânica (MOS) (CORAZZA et al., 1999, 2000). As concentrações de íons fosfatados disponíveis para as plantas são muito baixas (BRUNET, 2004; CORAZZA, 2002; VITRAC, 2001). A estrutura do solo foi modificada e observa-se uma perda de porosidade superficial até uma profundidade média de 0,5 m (BALBINO et al., 2002; FREGONEZI et al., 2001), o desenvolvimento de volumes compactos e crostas de superfície, limitando o volume das raízes. No entanto, as propriedades hidráulicas não parecem completamente alteradas (BRUNET et al., 2002), e o escoamento e a erosão laminar são, nessas pastagens, fenômenos localizados. A diversidade e as biomassas da macrofauna de invertebrados do solo são alteradas e até mesmo diminuídas (BOBILLIER, 1999; PASINI et al., 2000), mas os comportamentos físicos e biogeoquímicos registrados indicam que as propriedades favoráveis ao crescimento das plantas se estabelecem quando o tipo de manejo e o uso dos sistemas pastejados são modificados (AYARZA et al., 1998; FREGONEZI et al., 2001).

Foi possível integrar, para conjuntos mineralógicos homogêneos, o conhecimento sobre a porosidade desses Latossolos, o que permite esboçar a regionalização de propriedades hídricas desses solos no Cerrado (BALBINO et al., 2002).

Com o desenvolvimento agrícola, a modificação da biomassa vegetal constitui a primeira transformação de importância no Cerrado. Esse bioma apresenta uma produtividade primária das mais elevadas em savanas (1.000 a $2.000 \text{ gMS.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$). Os dados médios de pastagens de *Brachiaria* de mais de 5 a 7 anos de idade são significativamente inferiores (200 a $400 \text{ gMS.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$). Considerando a extensão do bioma e a área de pastagens, essa diferença tem um primeiro impacto: a redução dos conteúdos de carbono, observados em análises de rotina de camadas superficiais de solos (CORAZZA et al., 1999, 2000) em relação aos valores de solos sob vegetação nativa. Esse decréscimo tem implicações sobre a oferta de elementos trocáveis, pois uma parte das propriedades de troca desses solos depende do conteúdo da matéria orgânica (MOS). Dessa maneira, o funcionamento biogeoquímico é a principal causa das transformações ocorridas. Nessas pastagens, o volume funcional não é a superfície total da pastagem, mas a unidade planta (touceira) com seu solo associado, em que a escala é métrica (CORAZZA, et al., 2000, 2003).

O segundo impacto está relacionado aos processos biológicos. A atividade biológica é intensa nesses solos, tanto sob vegetação nativa como sob pastagens. A modificação ocorre, primeiramente, na escala macroscópica, com as mudanças de macrofauna de invertebrados do solo (parâmetros de distribuição das comunidades, características das populações, abundância e biomassa, 16, 17, 18, 19), seguida pelas modificações quantitativas e da natureza da MOS adicionada ao sistema pela *Brachiaria*. Em segundo, na escala coloidal, pois observam-se que as características do funcionamento enzimático do solo (nesse trabalho, fosfatases ácidas livres) são sensíveis às transformações do solo (CHAPUIS-LARDY, 1997; CHAPUIS-LARDY et al., 2001).

Concomitantemente aos impactos mencionados, os processos físicos de transformação e suas variações são mecanismos de evolução da estrutura e da porosidade do solo e, conseqüentemente, das características hidrodinâmicas.

Observou-se que os decréscimos de volume poral e volume de microagregados decorrem de impactos mecânicos no solo e de mudanças biológicas (BALBINO et al., 2002). No entanto, o espectro microporal dos solos é geralmente conservado, ao contrário do que ocorre com os Latossolos da Amazônia depois do deflorestamento (GRIMALDI et al., 1993). As variações de porosidade observadas podem, no entanto, estar relacionadas às flutuações dos conteúdos de MOS (BALBINO et al., 2001). Os processos de regulação das estruturas e da macroporosidade são modificados pela fauna de invertebrados, particularmente a de insetos sociais. Esses efeitos, particularmente as estruturas evidenciadas sob o cerrado, não são observadas em pastagens em declínio ou de baixa capacidade produtiva. Em situações de renovação ou recuperação dessas pastagens, ou seja, em ambientes manejados de forma mais intensiva e controlada, as estruturas tornam-se novamente favoráveis ao enraizamento (FREGONEZI et al., 2001). Os processos hidrodinâmicos de superfície do solo passam a ser regulados pela cobertura vegetal. O escoamento e o início de erosão podem ser considerados como processos pouco relevantes (BRUNET et al., 2002) dentro dos limites estudados (tipo solo/pendente, densidade da cobertura vegetal e biomassa, sub e sobrepastejo). As condutividades hidráulicas parecem ser pouco modificadas, embora esse resultado mereça ser mais bem estudado e confirmado (BALBINO et al., 2003).

TRANSFORMAÇÕES OBSERVADAS E DECLÍNIO DAS PASTAGENS

As observações feitas podem ser inseridas dentro do ciclo vicioso de baixa produtividade das pastagens (MARTA JÚNIOR; VILELA, 2002). Nenhum experimento foi realizado no campo para avaliar o efeito direto das transformações físicas ou biológicas (fauna) do solo sobre a produtividade. A fauna do solo não é um fator de declínio, mas se observa uma adequação temporal entre a idade da pastagem e adaptação das populações de macrofauna de invertebrados à oferta trófica do ambiente de pastagem.

A redução da porosidade na superfície do solo é parcialmente limitante ao desenvolvimento radicular homogêneo em todo o volume do solo, mas esse fator agrava-se em virtude do manejo do gado (pisoteio, estresse de sobrepastejo). No entanto, foi demonstrado que esses solos são muito sensíveis a mudanças no regime pluvial. A reserva de água disponível decresce rapidamente (BRUNET, 2002) e de forma mais acentuada à medida que a meso e microporosidade do solo é reduzida (BALBINO et al., 2001). Sob esse aspecto, a ocorrência dos veranicos é fator determinante para o declínio da produtividade, pois o volume de reserva de água disponível para a planta torna-se relativamente pequeno nesse tipo de solos (BRUNET, 2002). Cabe ressaltar que esse fator acontece em períodos de alta atividade fotossintética das plantas, ou seja, de elevada demanda de água e de forte pressão de pastejo pelo gado.

CONCLUSÕES

A análise tradicional do manejo e uso de Latossolos ainda é fortemente baseada na adubação. Embora esta seja uma abordagem correta, ela tende a concentrar-se no fósforo (MARTA JÚNIOR; VILELA, 2002; SOUZA et al., 2001), enquanto o nitrogênio parece esquecido, quando a tendência é a redução da MOS. Se as quantidades de fosfato disponíveis na solução do solo são limitadas, as reservas de fósforo trocável a médio prazo não parecem ser limitantes para estas pastagens, pelo menos nos solos argilosos (CORAZZA, 2003). Considerando as superfícies de áreas de pastagens, não é um programa de adubação que impedirá o declínio, mas a adoção de uma visão ampla do manejo e do funcionamento dos sistemas cultivados como um grande conjunto.

Atualmente, os debates se concentram em duas opções opostas. De um lado, o melhoramento e a intensificação dos sistemas de produção, particularmente na zona intertropical, e, de outro, o dimensionamento (“extensificação”) dos sistemas de pastagem em certas áreas temperadas e subtropicais, devido a riscos ambientais (DURU; HUBERT, 2003). Além disso, Stocking (2003) mostra que, em numerosos sistemas cultivados tropicais, o decréscimo dos rendimentos dos cultivos está exponencialmente relacionado às perdas acumuladas de solo. Os dados experimentais alertam sobre as escolhas de produção e os modos de manejo.

A importância do bioma Cerrado na agricultura brasileira e na produção de carne não é desconhecida. O declínio nas pastagens cultivadas, observado no último decênio, é puramente conjuntural e está ligado a uma visão extrativista da atividade da pecuária extensiva. A percepção do recurso « solo » não pode ser estática, homogênea, restrita a uma única prática. Deve-se considerar esse recurso como um elemento dinâmico, que reage às demandas que o homem faz segundo as suas necessidades, o que é bem mostrado pela análise de sítios sob pastagens renovadas ou de rotações pastagens/cultivos (AYARZA et al., 1998). O manejo atual e futuro dos solos desse tipo de bioma deve fornecer elementos de discussão para um debate mais amplo relacionado a outros ambientes tropicais.

REFERÊNCIAS

- AYARZA, M. A.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. DE O.; BALBINO, L. C.; BROSSARD, M.; PASINI, A. Intégration culture-élevage dans les Cerrados au Brésil: une solution pour des systèmes durables. *Agriculture et développement*, Montpellier, v. 18, p. 91-98, 1998.
- BACHELIER, G. *La faune des sols, son écologie et son action*. Paris : ORSTOM, , 1978. 391 p. (Initiations-Documentations Techniques n° 38).
- BALBINO, L. C. *Évolution de la structure et des propriétés hydrauliques dans des ferralsols mis en prairie pâturée (Cerrado, Brésil)*. 2001. 153 f. Thèse(Doctorat) – INA, Paris Grignon,
- BALBINO, L. C.; BROSSARD, M.; LEPRUN, J. C.; BRUAND, A. Mise en valeur des Ferralsols de la région du Cerrado (Brésil) et évolution de leurs propriétés physiques: une étude bibliographique. *Étude et Gestion des Sols*, Olivet, v. 9, n 2, 83-104, 2002

BALBINO, L. C.; BRUAND, A.; BROSSARD, M.; GRIMALDI, M.; HAJNOS, M.; GUIMARÃES, M. F. Changes in porosity and microaggregation in clayey Ferralsols of the Brazilian Cerrado. **European Journal of Soil Science**, Oxford, Inglaterra, v. 53, p. 219-230, 2002.

BALBINO, L. C.; BRUAND, A.; BROSSARD, M.; GUIMARÃES, M. F. Comportement de la phase argileuse lors de la dessiccation dans des Ferralsols microaggrégés du Brésil : rôle de la microstructure et de la matière organique. **Comptes Rendus de L'Académie des Sciences** Paris, Série. IIa, v. 332, n. 11, p. 673-680, 2001.

BALBINO, L. C.; BRUAND, A.; COUSIN, I.; BROSSARD, M.; QUÉTIN, P.; GRIMALDI, M. Change in the hydraulic properties of a Brazilian clay Ferralsol on clearing for pasture. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 297-307, 2003.

BARCELLOS, A. O. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos cerrados: proceedings. = Biodiversity and sustainable production of food and fibers in the Tropical Savannas: anais**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 130-136.

BENITO, N. P.; BOBILLIER, B.; BROSSARD, M.; PASINI, A. Short-term impact of deforestation and renovation of pastures on soil macrofauna (Cerrado, Brazil). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Planaltina, DF. **Abstracts...** Brasília, DF : Embrapa Cerrados: IRD: Soil Pasture Project, 2000. 1 CD-ROM.

BOBILLIER, B. **Premiers inventaires de la macrofaune d'invertébrés du sol sous pâturages de faible productivité du Cerrado** (Centre-Ouest du Brésil): mém. de D.E.S.S. Paris: Université Paris-Val de Marne: IRD: Embrapa Cerrados, 1999. 59 p. + 21 anexos.

BROSSARD, M.; CHAPUIS-LARDY, L.; CORAZZA, E. J.; QUIQUAMPOIX, H. Does the Cerrado savannah conversion to pasture change the organic phosphorus status in clayey ferralsols ? In: **Organic Phosphorus Characterization and Transformations in the Environment**, 2003, Ascona, Suisse. 10 p. Não publicado

BRUNET D., BROSSARD M., LOPES de OLIVEIRA M. I. Organic carbon mass of sediments from erosion micro-plots of a ferralsol under pastures (Cerrado, Brazil). In: ROOSSE, E. ; NONI, G de; PRAT, C.; GANRY, F.; BOURGEON, G. (Ed.). Actes Colloque International: « Gestion de la biomasse, érosion et séquestration du carbone ». **Bulletin du Réseau Érosion**, Montpellier, n. 22, p. 249-261. 2002

BRUNET, D. **As propriedades físicas e a hidrodinâmica de um Latossolo argiloso sob pastagens no Cerrado**: resultados do experimento da fazenda Rio de Janeiro (GO), novembro de 1998-junho de 2002. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados: IRD, 2004. 30 p. Relatório de síntese.

BRUNET, D.; BROSSARD, M. Runoff and particle detachment of a soil under cultivated pastures in Cerrado (Brazil): first results on erosion's micro-plots. INTERNATIONAL SYMPOSIUM SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília, DF. **Abstracts...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados: IRD: Soil Pasture Project, 2000. 1 CD-ROM.

BRUNET, D.; BROSSARD, M.; BARCELLOS, A. de O. - Runoff and particle detachment of a ferralsol under pastures (Cerrado, Brazil). In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 17., 2002, Bangkok, Thailande. **Proceedings...** [S.l]: [s.n], 2002. Symposium 53, paper n. 855. 4 p.

CHAPUIS, L.; BROSSARD, M.; LOPES ASSAD, M. L.; LAURENT, J. Y. Carbon and phosphorus stocks in clayey ferralsols (Cerrados, Brazil). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 2/3, n. 92, p. 147-158, 2002.

CHAPUIS-LARDY, L. Réserves et formes du phosphore de sols ferrallitiques sous végétation naturelle de Cerrados et sous pâturages (Brésil). Stabilité du phosphore organique. 1997. 175 f. Thèse (Doctorat Spécialité Pédologie) – Université Paris VI., Paris, 1997.

CHAPUIS-LARDY, L.; BROSSARD, M.; QUIQUAMPOIX, H. Assessing organic phosphorus status of Cerrado oxisols using ³¹P NMR spectroscopy and phosphomonoesterase activity measurement. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 81, n. 5, p. 591-601, 2001.

CORAZZA, E. J. **Biodisponibilidade do íon fosfato em solos sob pastagens cultivadas na região do Cerrado**. Piracicaba: Universidade de São Paulo–ESALQ, 2002. 127 p. + anexos. Tese de Doutorado

CORAZZA, E. J.; BROSSARD, M.; OLIVEIRA, A. F. Variabilidade química das camadas superficiais de solos do município de Unaí (MG). (Aff.) In : CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília, DF. [**Anais...**]. Planaltina, DF : SBCS: Embrapa Cerrados, 1999. 1 CD-ROM.

CORAZZA, E. J.; BROSSARD, M.; DIAS, C. V. Soil chemical characteristics under low productivity pastures: a contribution to a regional approach in the Cerrado region.

INTERNATIONAL SYMPOSIUM SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília, DF. **Abstracts...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados: IRD: Soil Pasture Project, 2000. 1 CD-ROM.

CORAZZA, E. J.; BROSSARD, M.; MURAOKA, T.; COELHO FILHO, M. A. Spatial variability of soil phosphorus of a low productivity *Brachiaria brizantha* pasture. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 559-564, 2003.

CORAZZA, E. J.; BROSSARD, M.; VILELA, L.; MURAOKA, T. Cinéticas de troca isotópica de fosfato em solos brasileiros: limites e questionamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003. Ribeirão Preto (SP, Brésil). **Solo**: alicerce dos sistemas de produção : Anais. Botucatu: UNESP: SBCS, 2003. 1 CD-ROM.

CORAZZA, E. J.; BROSSARD, M.; MURAOKA, T.; COELHO FILHO, M. A. Soil phosphate spatial variability under *Brachiaria* low productivity pasture. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília, DF. **Abstracts...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados: IRD: Soil Pasture Project, 2000. 1 CD-ROM

DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I. C. do; FONSECA, E. da; SGRILLO, R. B.; SOARES, P. A. O.; CASIMIRO, A. B.; FURST, M.; NASCIMENTO, I. C. do; FONSECA, E. da Biogeography of leaf-cutting ants (Hymenoptera; Formicidae; Myrmicinae; Attini) of economical importance in eastern Bahia and in neighbouring regions of other states. **Agrotropica**, Itabuna, v. 9, n. 2, p. 49-58, 1997.

DIAS, V. de S.; BROSSARD, M. Efeito da renovação de pastagens na população e distribuição de macroinvertebrados edáficos em um latossolo (DF). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília, DF. **Anais...** Planaltina, DF: SBCS: Embrapa Cerrados, 1999. 1 CD-ROOM.

DIAS, V. S.; BROSSARD, M.; LOPES ASSAD, M. L. Macrofauna edáfica invertebrada em áreas de vegetação nativa da região de Cerrados. In: LEITE, L. L.; SAITO, C. H. (Ed.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado**: trabalhos selecionados do 3º Congresso de Ecologia do Brasil. Brasília, DF: Universidade de Brasília – Departamento de Ecologia, 1997. p. 168-173.

DUARTE, F. **Relações entre a diversidade de comunidades de nematóides e as propriedades dos solos em uma toposequência de latossolos argilosos**. 2002. 30 f. – Dissertação (Graduação em Agronomia) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília.

DURU, M.; HUBERT, B. Management of grazing systems: from decision and biophysical models to principles for action. **Agronomie**, Les Ullis, v.23, n.8, p. 689-703, 2003.

FREGONESI, G. A. de F. **Modificações físicas de um Latossolo vermelho amarelo sob pastagens**. 1999. 36 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina (PR).

FREGONEZI, G. A. de F.; BROSSARD, M.; GUIMARÃES, M. F.; MEDINA, C. C. - Transformações morfológicas e físicas de um latossolo argiloso sob pastagens. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 25, n. 4, p. 1017-1027, 2001.

GRIMALDI, M.; SARRAZIN, M.; CHAUVEL, A.; LUIZAO, F. J.; NUNES, N.; LOBATO RODRIGUEZ, M. de R.; AMBLARD, P.; TESSIER, D. Effets de la déforestation et des cultures sur la structure des sols argileux d'Amazonie brésilienne. **Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones: Agricultures**, Montrouge, v. 2, n. 1, p. 36-47, 1993.

LAVELLE, P.; SPAIN, A. **Soil Ecology**. Dordrecht: Kluwer academic publishers, 2001. 654 p.

LOPES, A. S.; COX, F., R. Relação de características físicas, químicas e mineralógicas com fixação de fósforo em solos sob Cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 3, p. 82-88, 1979.

LÓPEZ-HERNÁNDEZ, D. Impact of agriculture and livestock production on tropical soils in Latin America. In: TURNER, B.L.; GÓMEZ-SAL, A.; GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; DI CASTRI, F. (Ed). **Global land use change: a perspective from the Columbian Encounter**. [S.l.]: Consejo Supremo de Investigaciones Científicas (CSIC), 1995. Chap. 16: 405-418.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado: Baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 32 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 50)

PASINI, A.; FONSECA, I. C. B.; BROSSARD, M.; GUIMARÃES, M. F. Soil macrofauna under pastures in the Cerrado of Uberlândia-MG, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília, DF. **Abstracts...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados: IRD: Soil Pasture Project, 2000. 1 CD-ROM.

SILVA, R. O. C. da **Influência dos fatores físicos e químicos do solo nas comunidades de nematoides em campo de pastagem**. 2000. 42 f. Dissertação (Graduação em Agrono-

mia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2000.

SOUSA, D. M. G. de; VILELA, L.; LOBATO, E.; SOARES, W. V. **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa cerrados, 2001. 22 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 12).

STOCKING M.A. Tropical soils and food security: the next 50 years. **Science**, Washinton, v. 302, p. 1356-1359, 21 nov. 2003.

VAN WAMBEKE, A. Recherches sur la mise en valeur agricole des sols acides des savanes arborées du Brésil. **Pédologie**, Gand, Bélgica, v. 21, n. 2, p. 211-255, 1971.

VITRAC, M. **Analyse à court terme et indicateurs des dégradations de pâturages cultivés de la savane brésilienne**. Planaltina, DF: ISTOM: IRD: Embrapa Cerrados, 2001. 75 p. Mém. de fin d'études.

WANIEZ, P. Les cerrados: “un espace frontière” brésilien. Montpellier: G.I.P. RECLUS-ORSTOM, 1992. 344 p.

WILCKEN, C.F. Damage by underground termites *Cornitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) in *Eucalyptus grandis* plantations and control with insecticides applied to the soil. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 21, n. 3, p. 329-338, 1992.