



Caracterização Físico-Hídrica e Química de Latossolo do Cerrado sob Cultivo de Pastagem e Vegetação Nativa⁽¹⁾

**Rubia Santos Corrêa⁽²⁾; Beáta Emöke Madari⁽³⁾; Adriana Rodolfo da Costa⁽⁴⁾;
Glaucilene Duarte Carvalho⁽⁵⁾; Ana Cláudia de Castro Pereira⁽⁶⁾**

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES, EMBRAPA, CNPq e FAPEG.

⁽²⁾ Doutoranda em Agronomia; Bolsista CAPES; Universidade Federal de Goiás; Goiânia, GO; rubiascorreagyn@gmail.com; ⁽³⁾ Pesquisadora; Embrapa Arroz e Feijão; beata.madari@embrapa.br; ⁽⁴⁾ Professora; Universidade Estadual de Goiás - Santa Helena; adriana_rodolfo@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Analista; Semarh; glaucilene_agro@yahoo.com.br; ⁽⁶⁾ Mestranda em Agronomia; Universidade Federal de Goiás; anaclaudia_castro2@hotmail.com.

RESUMO: A crescente busca por sistemas de produção integrados está associada a difusão de um novo conceito de uso da terra com potencial de transformar a dinâmica biofísica e socioeconômica dos sistemas de produção existentes. Neste sentido, a presente pesquisa visa caracterizar as variáveis físico-hídricas e químicas do solo em sistema de integração lavoura-pecuária (iLP), solo sob pastagem, em comparação a área sob vegetação nativa do Cerrado. O estudo foi realizado na Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO. Foram realizadas avaliações físico-hídricas e químicas do solo nos dois sistemas, pastagem e vegetação nativa, no período de 5 de fevereiro a 30 de setembro de 2013, sendo adotadas 25 repetições no solo sob pastagem, e 5 repetições no solo sob vegetação nativa. O solo sob vegetação nativa apresentou maior teor de nitrato e pH mais ácido, boa relação entre a quantidade de macroporos e microporos, menor densidade e maior umidade gravimétrica. Na área sob pastagem foi observado maior teor de amônio, maior densidade do solo, com consequente diminuição dos macroporos e aumento dos microporos e maior espaço poroso preenchido por água. O solo sob vegetação nativa apresentou melhor qualidade física; entretanto, verificou-se que as propriedades físicas do solo na área da pastagem foram mantidas ao longo do tempo.

Termos de indexação: sistema de integração lavoura-pecuária; adubação nitrogenada; bovinos de corte.

INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado compreende aproximadamente 206 milhões de ha, correspondendo pouco mais de 24% do território brasileiro. Não existem mais grandes extensões de terras a serem desbravadas, principalmente no que se concerne as terras agricultáveis. A questão a ser investigada não se refere à incorporação de novas áreas ao sistema produtivo, mas sim, como manter e melhorar os sistemas produtivos por meio do controle das

modificações inseridas no meio ambiente (Brossard & Barcellos, 2005).

A iLP vem sendo difundida com a ideia principal de ser uma alternativa sustentável e de recuperação de áreas de pastagem ou de lavouras degradadas. Esse sistema contribui para a resiliência ambiental baseado no aumento da diversidade de culturas agrícolas efetivas e eficientes na ciclagem de nutrientes, melhorando assim a qualidade do solo (Carvalho et al., 2011). Neste sentido, a presente pesquisa visa caracterizar as variáveis físico-hídricas e químicas do solo em sistema de integração lavoura-pecuária, solo sob pastagem, em comparação a uma área sob vegetação nativa do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental da Embrapa Arroz e Feijão, na Fazenda Capivara, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO. A altitude média da área é de 804 m e a declividade é de aproximadamente 0,3%. O solo é do tipo Latossolo Vermelho Acriférico Típico de textura argilosa. O clima regional é o tropical de savana megatérmico tipo Aw segundo a classificação de Köppen, marcado por duas estações, chuvosa (Outubro - Abril) e seca (Maio - Setembro). A precipitação pluviométrica média anual da área é de aproximadamente 1.505 mm conforme dados da estação meteorológica da Embrapa Arroz e Feijão.

Tratamentos e amostragens

O sistema de manejo avaliado constitui-se em iLP, tipo Santa Fé, consolidado a partir de 2000. O estudo foi realizado na área da Creche 4, de aproximadamente 8 ha, e na área sob vegetação nativa de 216 ha, adotada como área de referência. Nesse iLP o cultivo de lavouras é realizado após 3,5 anos de pastagem estabelecendo-se a rotação. A pastagem estudada de *Urochloa ruziziensis* estava no terceiro ano de formação, e foi implantada na época chuvosa após 2,5 anos de rotação das culturas anuais. A área sob pastagem é utilizada na criação de bovinos de corte da raça



zebuína Nelore "BRGN" desenvolvida e melhorada para a região do cerrado.

As avaliações físico-hídricas e químicas do solo foram realizadas no período de 5 de fevereiro a 30 de setembro de 2013, através de amostras deformadas e indeformadas coletadas na camada de 0 cm a 10 cm, totalizando 25 e 5 repetições na área sob pastagem e vegetação nativa, respectivamente. As amostras indeformadas foram coletadas em anéis volumétricos de Kopeck, 5 cm x 5 cm de altura e diâmetro, e as amostras deformadas foram coletadas com o uso do trado calador. Nas amostras indeformadas foram determinados: densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), microporos (MiP) e macroporos (MaP). Os MiP e MaP foram determinados por meio da mesa de tensão a tensão de 0,06 atm (Embrapa, 1997). Nas amostras deformadas foram determinados: teor de nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+), umidade gravimétrica do solo (Ug), pH, matéria orgânica (M.O.), carbono total e nitrogênio total (C_t e N_t) do solo. As amostragens foram frequentes após as adubações e a períodos secos com ocorrências de precipitações.

Através da Ug e da Ds foi possível calcular a porcentagem de espaço poroso preenchido por água (EPPA) por meio da equação descrita por Paul & Clark (1996) citada por Giacomini et al. (2006).

Na realização das análises químicas de pH, M.O., C_t e N_t , as amostras de solo foram secas ao ar e peneiradas em peneira de malha de 2 mm. O pH foi determinado pelo método potenciométrico utilizando um eletrodo de referência, um eletrodo indicador e um dispositivo de medida de potencial (Parron et al., 2011). O potencial eletrônico é apurado por meio de eletrodo imerso em suspensão aquosa numa proporção de sólido líquido de 1:2,5 (Embrapa, 1997).

A M.O. do solo foi determinada conforme o método de Walkley-Black modificado (Nelson & Sommers, 1996). Consiste na oxidação do carbono orgânico do solo pelo cromo hexavalente (Cr^{6+}) na presença de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, na qual o excesso de Cr^{6+} é titulado com ferro bivalente (Fe^{2+}).

Os teores de NO_3^- e NH_4^+ foram determinados através de análises quantitativas utilizando espectrometria UV-Vis acoplada a um sistema FIA (Flow Injection Analysis) (Ramos et al., 2009). O NO_3^- e o NH_4^+ foram extraídos do solo em solução de cloreto de potássio (KCl). Após obter os resultados da análise, estes foram corrigidos de acordo com a umidade atual do solo no momento da coleta para recebê-los em base de peso de solo seco.

O C_t e N_t do solo foram determinados pelo método de combustão via seca a 925 °C com o

auxílio de um analisador elementar (Perkin Elmer CHNS/O 2400 Série II).

Análise estatística

Foram realizadas análises descritivas, média e erro padrão. Com a finalidade de comparar os valores dos atributos físico-hídricos e químicos do solo obtidos em cada sistema, pastagem e vegetação nativa, foi aplicado o teste t nos dados que apresentaram distribuição normal e o teste de Mann-Whitney nos dados que apresentaram distribuição não normal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Condições climáticas

As temperaturas médias do solo e do ar na área sob pastagem foram 22,4°C e 26,6°C, respectivamente; e a temperatura do solo e do ar na área sob vegetação nativa foram iguais, com médias de 20,4°C. As temperaturas médias do ar e do solo sob pastagem sofreram oscilações e foram mais elevadas que as observadas na área sob vegetação nativa.

As temperaturas mínimas e máximas do solo e do ar na área sob pastagem oscilaram entre 17,5°C e 17°C no mês de julho a 28,8°C e 36,5°C no mês de março e setembro, respectivamente. Na área sob vegetação nativa as temperaturas mínimas e máximas do solo e do ar oscilaram entre 16°C e 11°C nos meses de julho e agosto a 24°C e 27,5°C nos meses de março e setembro, respectivamente. As precipitações ocorreram no início e no final do período em estudo, sendo concentradas na estação chuvosa no mês de fevereiro a março com 81,2% das precipitações totais, e no mês de setembro, final da estação seca, com 18,8% das precipitações totais. A precipitação total durante o período em estudo foi de 665 mm.

Caracterização físico-hídrica do solo sob pastagem e sob vegetação nativa

Na **tabela 1** podem ser observadas as características físico-hídricas do solo sob pastagem em comparação a área sob vegetação nativa.

Tabela 1 - Variáveis físicas do solo sob pastagem do iLP e do solo sob vegetação nativa com suas respectivas médias.

Variáveis	Pastagem	Vegetação nativa
Ds (g cm^{-3})	1,36a	0,96b
PT (%)	50,60a	56,02a
MiP (%)	41,35a	30,45a
MaP (%)	9,25a	25,58a
EPPA (%)	57,18a	34,34b
Ug (%)	20,08b	22,66a

Médias seguidas por mesma letra minúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste t a 5% ou a 1% de probabilidade, ou pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.



Os valores de Ds, EPPA e Ug apresentaram diferenças significativas para os dois sistemas avaliados, pastagem e vegetação nativa, exceção a variável PT, MiP e MaP que não apresentaram diferenças significativas.

O solo sob vegetação nativa apresentou menor Ds e melhor distribuição dos valores de MaP e MiP, sendo a proporção entre a quantidade de MaP e MiP semelhante estatisticamente (p -valor $> 0,05$), o que diferiu do solo sob pastagem do iLP cuja proporção entre a quantidade de MaP e MiP foi diferente estatisticamente (p -valor $< 0,05$). Segundo Jorge et al. (2012) os solos do ambiente Cerrado são caracterizados por possuírem excelentes atributos físicos sob condições naturais.

Oliveira et al. (1983) observaram que houve diminuição dos MaP e aumento dos MiP de solos cultivados em comparação a sua condição natural. Resultados semelhantes foram verificados na presente pesquisa. Jorge et al. (2012) observaram em estudos que os tipos de uso e manejo do solo expressaram resultados inversos sobre os valores de MaP e Ds do solo, relatando que quando os valores de Ds eram maiores, menores eram os valores dos MaP, e maiores eram os valores de MiP, e em geral, independente da profundidade estudada.

O solo sob vegetação nativa apresentou menor EPPA médio em comparação ao solo sob pastagem. A compactação do solo promove desequilíbrio entre a proporção de MaP e MiP a exemplo dos estudos de Oliveira et al. (1983) e Jorge et al. (2012), isso corrobora os resultados encontrados na presente pesquisa, pois a maior quantidade de MiP no solo sob pastagem pode estar relacionada aos maiores valores de EPPA. De acordo com Secco et al. (2004) a compactação provocada pelo uso agrícola geralmente ocasiona uma drástica redução dos MaP do solo podendo haver maior volume de MiP com consequente aumento da capacidade de armazenamento de água.

O conteúdo de água no solo variou com os eventos de chuva. A Ug na camada de 0-10 cm oscilou entre 9,1% (EP \pm 0,51) a 29,5% (EP \pm 0,32) no solo sob pastagem, e 16,9% (EP \pm 0,44) a 34% (EP \pm 0,75) no solo sob vegetação nativa. Schreiner et al. (2011) observaram que os valores de umidade vão diminuindo conforme aumenta a pressão aplicada no solo. Tais resultados foram observados no presente estudo.

Caracterização química do solo sob pastagem e sob vegetação nativa

Na **tabela 2** podem ser observadas as características químicas do solo sob pastagem em comparação a área sob vegetação nativa.

Tabela 2. Variáveis químicas do solo sob pastagem do iLP e do solo sob vegetação nativa com suas respectivas médias.

Variáveis	Pastagem	Vegetação nativa
pH	5,80a	4,64b
M.O.	34,35a	35,48a
C _t (g kg ⁻¹)	22,90a	25,22a
N _t (g kg ⁻¹)	1,55a	1,67a
Relação C _t /N _t	14,78a	15,09a
NO ₃ ⁻ (mg N-NO ₃ ⁻ kg ⁻¹)	3,10b	7,08a
NH ₄ ⁺ (mg N-NH ₄ ⁺ kg ⁻¹)	35,82a	10,90b

Médias seguidas por mesma letra minúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste t a 5% ou a 1% de probabilidade, ou pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

Os teores de NH₄⁺ prevaleceram sobre os teores de NO₃⁻, sendo diferentes estatisticamente (p -valor $< 0,05$), nos dois sistemas avaliados. O solo sob pastagem apresentou maior teor médio de NH₄⁺ em comparação ao solo sob vegetação nativa (**Tabela 2**). Provavelmente as adubações nitrogenadas e a deposição de fezes e urina pelos animais na área da pastagem favoreceram o maior acúmulo de NH₄⁺ no solo. Cenciani (2007) observou maior concentração de NO₃⁻ no solo sob vegetação nativa, enquanto o NH₄⁺ foi à forma de nitrogênio mineral predominante na área da pastagem e da capoeira, tais resultados corroboram os encontrados no presente estudo.

A deposição de resíduos que produzem grande quantidade de NH₄⁺ por muitos anos podem contribuir para a diminuição do pH do solo (Ernani, 2003). Esse fenômeno pode ter ocorrido no solo sob vegetação nativa, que apresentou menor valor médio de pH (**Tabela 2**). O alto teor de M.O. e o aporte de resíduos vegetais liberando cátions de reação básica mantidos na superfície do solo no iLP pode ter favorecido o aumento e a manutenção dos níveis de pH na área sob pastagem que apresentou maior valor médio quando comparada a área sob vegetação nativa (**Tabela 2**).

Com as precipitações no final da estação seca houve aumento nos teores de NH₄⁺ e NO₃⁻ do solo favorecidos pela decomposição dos resíduos orgânicos oriundos dos animais (fezes e principalmente urina), como relatado por Lessa et al. (2014) e palhada de gramíneas. O aumento nos teores de NH₄⁺ e NH₃⁺ também foram observados no solo sob vegetação nativa, porém, o teor de NH₄⁺ em menor magnitude quando comparado ao solo sob pastagem.

O aporte de material orgânico e a deposição de fontes nitrogenadas no solo sob pastagem favoreceu a relação C_t/N_t sendo comparável ao solo sob vegetação nativa. O teor de C_t no solo sob pastagem em relação ao solo sob vegetação nativa foi 9,2% menor.



CONCLUSÕES

O solo sob vegetação nativa apresentou melhor qualidade física, boa relação entre a quantidade de macroporos e microporos, densidade inferior a encontrada no solo sob pastagem e maior umidade gravimétrica. Na área sob pastagem foi observada maior densidade do solo com consequente diminuição dos macroporos e aumento dos microporos e maior espaço poroso preenchido por água. Verificou-se que as propriedades físicas do solo na área da pastagem foram mantidas ao longo do tempo, quando observados estudos anteriores para essa mesma área. A área sob vegetação nativa apresentou pH mais ácido e maior teor de nitrato em comparação a área sob pastagem que apresentou maior teor de amônio.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio técnico e financeiro da EMBRAPA, CAPES, CNPq e FAPEG.

REFERÊNCIAS

- BROSSARD, M. & BARCELLOS, A. de O. Conversão do Cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de latossolos. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, 22:153-168, 2005.
- CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; KUNRATH, T. R. et al. Integração soja-bovinos de corte no Sul do Brasil. Porto Alegre, 2011. 60 p.
- CENCIANI, K. Diversidade bacteriana em solos da Amazônia: variabilidade dos gêneros associados ao processo de nitrificação. 2007. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Microbiologia Agrícola)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- GIACOMINI, S. J.; JANTALIA, C. P.; AITA, C. et al. Emissão de óxido nitroso com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 41:1653-1661, 2006.
- JORGE, R. F.; ALMEIDA, C. X. de; BORGES, E. N. et al. Distribuição de poros e densidade de latossolos submetidos a diferentes sistemas de uso e manejo. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 28:159-169, 2012.
- LESSA, A. C. R.; MADARI, B. E.; PAREDES, D. S. et al. Bovine urine and dung deposited on Brazilian savannah pastures contribute differently to direct and indirect soil nitrous oxide emissions. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, Amsterdam, 190:104-111, 2014.
- NELSON, D. W. & SOMMERS, L. E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: SPARKS, D. L.; PAGE, A. L.; HELMKE, P. A. et al. (Ed.). *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods*. Madison: Soil Science Society of America, p. 961-1010, 1996.
- OLIVEIRA, M.; CURI, N.; FREIRE, J. C. Influência do cultivo na agregação de um podzólico vermelho amarelo textura média/argilosa da região de Lavras (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 7:317-322, 1983.
- PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. de F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 69 p.
- PAUL, E. A. & CLARK, F. E. *Soil microbiology and biochemistry*. 2 ed. California: Academic Press, 1996. 340 p.
- RAMOS, M. B.; ALVES, B. J. R.; HERBS, M. H. Quantificação de nitrogênio mineral na forma de nitrato e amônio em solos brasileiros. In: XXXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 32., 2009. Resumos. Ceará: Sociedade Brasileira de Química, 2009. CD-ROM.
- SCHREINER, D. T.; BRAGA, F. de V. A.; VOGELMANN, E. S. et al. Efeito da compactação do solo na retenção de água em uma toposequência argissolos-gleissolo no RS. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011. Anais. Uberlândia: USBCS, 2011. CD-ROM.
- SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. et al. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 28:797-804, 2004.