

**EFEITOS DA CONVERSÃO DE FLORESTA RIPÁRIA EM
PASTAGEM SOBRE AS PROPRIEDADES
FÍSICO-HÍDRICAS DO SOLO**

**EFFECTS OF CONVERSION OF RIPARIAN FOREST TO PAS-
TURE ON SOIL PHYSICAL AND HYDRAULIC PROPERTIES**

**Gleicon Queiroz de Brito^{1*}, Jéssica Airisse Guimarães Sampaio¹,
Galgane Patricia Luiz¹, Ana Clara Alves de Melo¹,
Vinicius Pereira Simões¹, Pedro Ribeiro Martins¹, Glauber das Neves¹,
Johnny Rodrigues de Melo Murta¹, Sérgio Fernandes Mendonça Filho¹,
Antonio Felipe Couto Junior¹, Ludgero Cardoso Galli Vieira¹,
Amom Chrystian de Oliveira Teixeira², Luiz Felipe Salemi¹**

¹Universidade de Brasília – Faculdade UnB Planaltina (FUP)
Vila Nossa Senhora de Fátima – Brasília – DF, CEP: 73345-010, Brasil
*gleicon_brasileiro@hotmail.com

²Universidade Estadual de Goiás
Campus Formosa. Av. Universitária, s/n – Setor Nordeste,
Formosa, GO, CEP: 73807-250, Brasil

Recebido 14 de Maio de 2019, aceito 02 de Junho de 2020

Resumo: Os efeitos da mudança de uso da terra (MUT) sobre as propriedades físico-hídricas do solo ainda precisam ser devidamente compreendidos no âmbito da bacia hidrográfica do rio Araguaia. Em muitos casos, a MUT ocorre em ambientes ripários, o que potencializa seu impacto nos ecossistemas terrestres e aquáticos. Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da MUT nas propriedades físico-hídricas do solo de uma pastagem (anteriormente floresta ripária) em relação a uma floresta ripária. O estudo foi desenvolvido no município de Cocalinho-MT. Os ensaios de capacidade

de infiltração e resistência do solo à penetração foram realizados em transectos lineares. A pastagem em ambiente ripário apresentou significativas reduções de capacidade de infiltração e aumento da resistência do solo à penetração. Isso potencializa a ocorrência de processos erosivos e favorece a degradação de ecossistemas terrestres e aquáticos.

Palavras-chave: resistência do solo; infiltração de água; Cerrado; zona ripária.

Abstract: The effects of land-use change (LUC) on the soil physical and hydraulic properties still need to be properly understood within the Araguaia River basin. In many cases, LUC occurs in riparian areas, and the negative consequences of its impacts are relevant to both terrestrial and aquatic ecosystems. In this paper, we examined the effect of LUC in the pasture (previously riparian area) and to riparian area. In doing so, we selected a pasture and a forest located in a riparian area. We developed the study in the municipality of Cocalinho-MT. We performed the infiltration capacity and soil penetration resistance assays in linear transects. The pasture had lower infiltration capacity and higher penetration resistance, attributed to trampling. Such changes can trigger erosion, which has the potential to degrade both terrestrial and aquatic ecosystems.

Keywords: soil resistance; water infiltration; Savanna; riparian zone.

INTRODUÇÃO

As mudanças de uso da terra (MUT) permitiram que a sociedade se apropriasse de diversos recursos naturais de necessidade imediata. Com isso, efeitos negativos são gerados sobre os recursos hídricos e florestais (FOLEY *et al.*, 2005). Em escala nacional, o Cerrado é um dos biomas que mais sofreu com essas alterações, que se iniciou desde sua integração ao processo produtivo do agronegócio brasileiro a partir da década de 1970 (CORDEIRO *et al.* 2015), que resultou na perda de aproximadamente 46% de sua área natural (STRASSBURG *et al.*, 2017).

As intensas MUT na região do Cerrado colocaram-no como um dos *hotspots* mundiais de conservação, devido a ameaça de sua alta biodiversidade e da quantidade de espécies endêmicas (MYERS *et al.*, 2000). Essa biodiversidade é encontrada nas diferentes formações do Cerrado, pois apesar das savânicas serem predominantes, também existem as formações campestres e as florestais (RIBEIRO & WALTER, 2008), como as florestas ripárias. Logo, esse bioma possui grande valor na conservação de espécies e no fornecimento de serviços ecossistêmicos (OVERBECK *et al.*, 2015; STRASSBURG *et al.*, 2017). Entre seus diversos serviços ecossistêmicos, destaca-se seu papel fundamental no provimento de água, pois apresenta importantes fontes de água e possui abrangência parcial de 10 das 12 regiões hidrográficas brasileiras (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Entre as regiões hidrográficas do Brasil, aproximadamente 60% da vazão da região Tocantins-Araguaia é advinda do bioma Cerrado (LIMA, 2011). O rio Araguaia é um dos rios mais importantes dessa bacia e é considerado um dos maiores rios do Brasil (CASTRO, 2005; SANTOS, 2008), com extensão de 2.114 km (CARDOZO & MARCUZZO, 2011). Suas águas passam por vários estados (Goiás, Mato Grosso, Tocantins e Pará) e seu alto e médio cursos ocorrem principalmente nos estados de Goiás e Mato Grosso (CASTRO, 2005).

No que se refere as formações florestais, entre 1985 a 2018, sua área na bacia hidrográfica do rio Araguaia diminuiu de aproximadamente 24,3 para 15,1 milhões de hectares (Mha), sendo que a maioria de tal conversão foi para pastagem (cerca de 9 Mha) (PROJETO MAPBIOMAS, n.d.). Especialmente, dentro da bacia hidrográfica do médio Araguaia a cobertura florestal pode ser considerada a mais ameaçada e menos protegida, devido ao processo de fragmentação (GARCIA *et al.*, 2017). Logo, é provável que as florestas ripárias tenham sido convertidas de forma que a ocupação das áreas de preservação

permanente (APP) gere conflitos de uso da terra, como registrado em outros locais (COUTINHO *et al.*, 2013; ROCHA *et al.*, 2019).

A conversão de ecossistemas naturais para usos agrícolas pode alterar a sua dinâmica hidrológica (BRUIJNZEEL, 2004), com a promoção de instabilidades no ambiente terrestre que, por sua vez, perturba os ecossistemas aquáticos (KARR & SCHLOSSER, 1978). Assim, trabalhos que investigam os efeitos da mudança de uso da terra são importantes para amparar projetos de conservação. Diante disto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da conversão de floresta ripária em pastagem sobre as propriedades físico-hídricas do solo. Para isso, comparou-se propriedades físico-hídricas de uma floresta ripária e de uma pastagem, ambas sob o mesmo tipo de solo. Esperava-se que, assim como documentado em outros estudos conduzidos fora de zonas ripárias, a conversão de floresta para pastagem resulte em compactação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em Cocalinho-MT, município com área de 16,6 mil km² e população aproximada de 5 mil habitantes em 2010, situado na mesorregião do Nordeste-Mato Grosso e na microrregião do Médio Araguaia (ADHB, 2013). As áreas avaliadas se encontram em uma propriedade particular, localizada nas coordenadas 14.20284° S e 50.99318° O (Figura 1).

A coleta de dados foi realizada em um ambiente de pastagem (em regeneração e com presença de gado) (Figura 2a) e em uma floresta ripária (um tipo de ambiente ripário) (Figura 2b). Parte da floresta ripária nativa foi convertida para pastagem no ano 1996, e desde 2010 não ocorre o uso do local para criação

de gado, permitindo a colonização de algumas plantas, apesar das invasões do gado verificadas *in loco* no período da pesquisa.

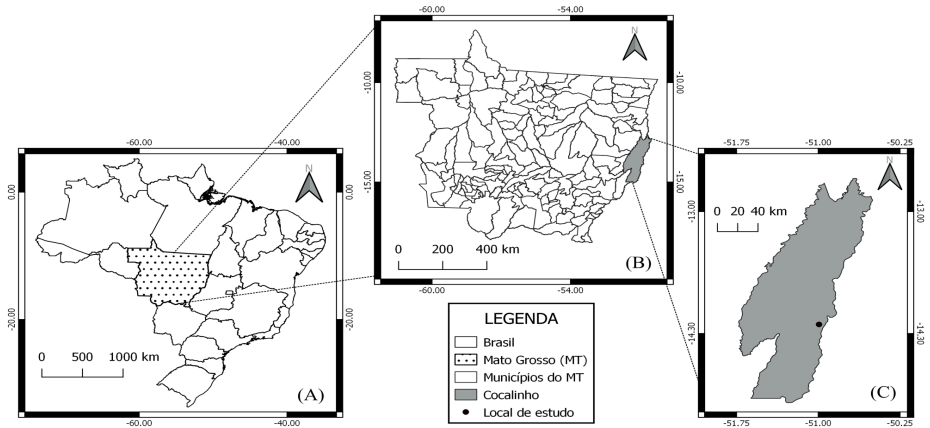


Figura 1 – Localização da área de estudo. Brasil (A); Estado do Mato Grosso (B); Município de Cocalinho (C).



Figura 2 - Pastagem (a) e Floresta ripária (b).

A mata ciliar (ou floresta ripária) é classificada como uma das fitofisionomias do bioma Cerrado (RIBEIRO & WALTER, 2008) sendo uma formação florestal que acompanha corpos hídricos. Os solos dos ambientes avaliados são classificados como Gleissolo háplico (IBGE & EMBRAPA, 2001).

Procedimentos metodológicos

A resistência do solo à penetração foi mensurada por meio de um penetrômetro de impacto (Kamaq). Com este equipamento, aplicou-se quatro impactos em cada ponto, além do impacto zero (onde a haste do aparelho perfura o solo apenas com a força do peso do equipamento antes da aplicação de qualquer impacto). Os dados coletados foram avaliados pela tabela de Stolf e colaboradores (2014) para aferir a resistência do solo à penetração.

A capacidade de infiltração foi usada para compreender a permeabilidade de água no solo. Para isso, utilizou-se um infiltrômetro de minidisco. Este equipamento é um infiltrômetro de tensão que mede a condutividade hidráulica entre as tensões 0 e -7 cm de água (ZHANG, 1997). No presente estudo, a tensão adotada foi zero, o que permitiu a captação do efeito dos macroporos, que são poros sensíveis à mudança de uso da terra e que mais favorecem o processo de infiltração (BEVEN & GERMANN, 1982).

Os dados de infiltração foram obtidos utilizando planilha disponibilizada pelo fabricante do infiltrômetro (*Decagon devices*). Tal planilha requer a classe textural do solo onde foram realizadas as avaliações de infiltração. Para isso, realizou-se o teste de granulometria por meio do método do densímetro (método adaptado de Bouyoucos). Conforme esperado pela distribuição dos ecossistemas avaliados no relevo, os solos dos dois ecossistemas avaliados apresentaram a mesma classe textural (Tabela 1).

Tabela 1: Granulometria de solo em floresta ripária e pastagem (profundidade 0-20 cm).

Uso do solo	Silte (%)	Areia (%)	Argila (%)	Classe textural
Pastagem	13,3	40,3	46,3	Argilosa
Floresta Ripária	23,3	19,6	57	Argilosa

Em relação ao delineamento amostral, as variáveis previamente descritas foram obtidas utilizando transectos lineares estabelecidos nos dois ambientes avaliados. A capacidade de infiltração de água no solo foi determinada por meio de dois transectos com cinco pontos cada, totalizando 10 amostras por área. Da mesma forma, foram estabelecidos dois transectos para determinar a resistência do solo à penetração. A distância entre os pontos de amostragem foi de aproximadamente um metro e entre transectos foi de 3 metros (Figura 3).

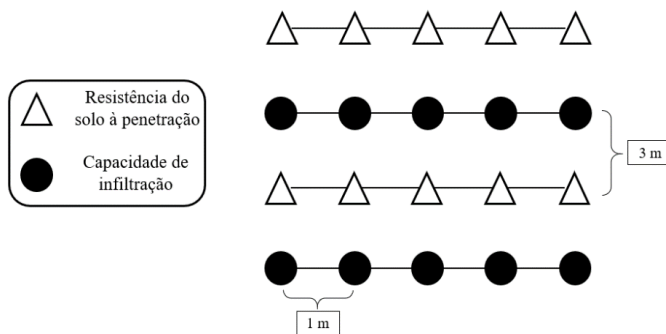


Figura 3 - Desenho amostral.

Análises estatísticas

Para verificar se os conjuntos de dados apresentavam distribuição normal, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, que constatou a normalidade dos dados. Diante disto, utilizou-se o teste t não pareado para testar as diferenças entre as duas áreas. Todas as análises estatísticas foram feitas no programa *Paleontological*

Statistics - PAST (HAMMER, 2001), versão 3.18. Análises *post hoc* utilizando o software *GPower* (versão 3.1) indicaram que o poder real do referido teste foi superior a 0,95, o que evidenciou um poder estatístico altamente satisfatório.

RESULTADOS

Resistência do solo à penetração

A resistência do solo à penetração na área de pastagem foi superior à encontrada nos solos de floresta ripária (Figura 4). Dentro das médias de cada impacto, os valores da resistência do solo à penetração na pastagem foram no 1º, 2º, 3º e 4º impacto, 4,54; 9,28; 10,26; 10,40 MPa, respectivamente. Sob os mesmos critérios de descrição, os valores da floresta ripária foram 1,71; 2,09; 2,28; 2,86 MPa. As diferenças na resistência do solo à penetração entre os ambientes avaliados foram significativas ($p < 0,05$).

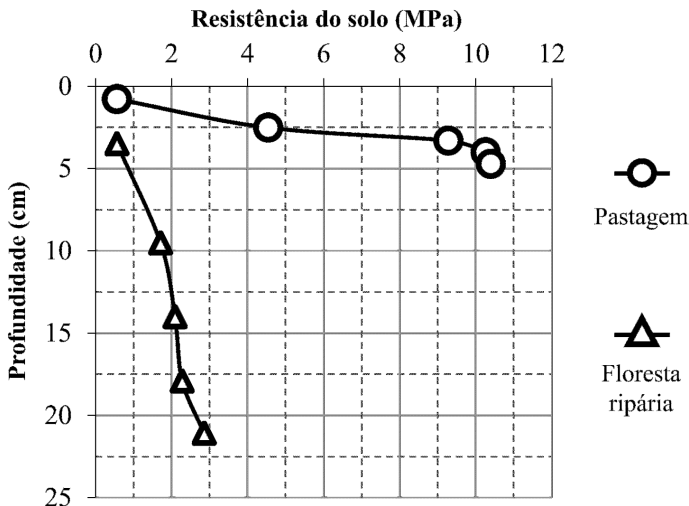


Figura 4 - Média da resistência do solo à penetração e da profundidade por impacto.

As médias de resistência do solo à penetração dos quatro impactos (incluído o impacto zero) apresentadas na floresta ripária, não superam nenhuma das médias encontradas na pastagem. Além disso, a profundidade média máxima alcançada pela haste na floresta ripária foi de 21 cm, enquanto na pastagem, os mesmos quatro impactos atingiram no máximo 4,72 cm de profundidade no solo.

Capacidade de infiltração de água no solo

Os valores médios (\pm desvio padrão) da capacidade de infiltração de água no solo foram de 242 (\pm 120,5) mm/h para a pastagem e de 556,9 (\pm 223,1) mm/h para a floresta ripária. Houve diferença significativa da capacidade de infiltração de água no solo entre pastagem e floresta ripária ($p < 0,05$).

O menor valor de infiltração de água no solo de todos os pontos foi verificado na pastagem, com 92,2 mm/h, enquanto o menor valor verificado na floresta ripária foi de 170,9 mm/h. Os valores máximos de infiltração foram de 449,4 mm/h na pastagem e de 840 mm/h na floresta ripária (Figura 5).

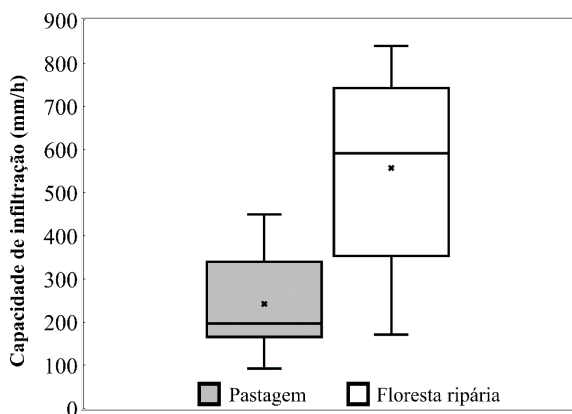


Figura 5 - Diagrama de caixa da capacidade de infiltração na pastagem e na floresta ripária. A linha horizontal dentro das caixas representa a mediana, a linha horizontal inferior das caixas representa o 1º quartil, a linha horizontal superior das caixas representa o 3º quartil, a linha horizontal debaixo mostra o valor mínimo e a de cima o valor máximo. O x representa o valor médio.

DISCUSSÃO

Resistência do solo à penetração

As diferenças entre as resistências do solo à penetração e as profundidades médias mostram como a área de pastagem foi impactada, provavelmente devido à presença de gado. No mesmo sentido, diversas pesquisas apontam que a presença destes animais impactam a resistência do solo (SOUZA & ALVES, 2003; RALISCH, *et al.*, 2008; CARNEIRO, *et al.*, 2009), induzindo a compactação do solo, provocada pelo pisoteio do gado ou por maquinários (CARVALHO *et al.*, 2012). Os resultados deste estudo estão de acordo com outras pesquisas que avaliaram ambientes de pastagem e áreas nativas em outros locais (*e.g.*, RALISCH *et al.*, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2011). Além disso, as áreas de pastagem degradadas ficam em parte com o solo exposto (observado na pastagem avaliada), o que facilita a diminuição da matéria orgânica, perda de nutrientes e o favorecimento de processos erosivos (DIAS-FILHO, 2017).

A resistência do solo à penetração é diretamente relacionada com a densidade aparente do solo, ou seja, quando uma dessas variáveis for constatada como alta ou baixa a outra será correspondente (*e.g.*, alta resistência é igual a alta densidade do solo) (REICHERT, *et al.* 2010). Logo, a alta densidade do solo (compactado) na área de pastagem limita a disponibilidade de água no solo e, por consequência o desenvolvimento de raízes (WEIL & BRADY, 2017), as quais são importantes para diminuir o risco de erosão hídrica (VOLK & COGO, 2008). Em florestas ripárias essas funções são ainda mais vitais, já que esses ambientes são conhecidos como zona tampão, ou seja, são responsáveis por conter o fluxo de sedimentos e nutrientes (VOGEL *et al.* 2009), de toda vertente. Portanto, são necessárias políticas e mensuração dos impactos em ambientes ripários (LATRUBESSE *et al.* 2019).

Capacidade de infiltração de água no solo

Entre as diversas funções que os ambientes ripários fornecem, como: refúgio para biodiversidade regional, regulação climática e filtragem de nutrientes (NAIMAN & DÉCAMPS, 1997), essas áreas também contribuem com o abastecimento de aquíferos freáticos, pois auxiliam na infiltração de água no solo (KUNTSCHIK *et al.*, 2014). No entanto, as mudanças de uso da terra podem prejudicar estes serviços ecossistêmicos, especialmente aqueles relacionados às propriedades físico-hídricas do solo (BONO *et al.*, 2012; CASTRO *et al.*, 2012; HUNKE *et al.*, 2015; ZHIPENG *et al.*, 2018; ZWIERTS *et al.*, 2011).

Os resultados do estudo mostram que o uso da terra aqui investigado (pastagem) impacta as propriedades hídricas do solo, no que tange à capacidade de infiltração de água no solo. A diferença da capacidade de infiltração de água no solo entre as áreas de pastagem e floresta ripária pode ser explicada pelo pisoteio do gado. Estudos como os de Miguel *et al.* (2009) e Silva Filho (2016) confirmam a influência destes animais na diminuição da capacidade de infiltração de água no solo de acordo com a frequência do pisoteio. Assim, a degradação das pastagens (naturais e plantadas) do Cerrado pode gerar/potencializar impactos nos recursos hídricos (ARAÚJO *et al.*, 2007). Logo, a diminuição constatada na pastagem pode comprometer a dinâmica hídrica local, principalmente a recarga de água subterrânea e o potencial favorecimento de processos erosivos.

Ademais, é importante destacar que a média da capacidade de infiltração na floresta ripária foi aproximadamente duas vezes maior que a média da pastagem, isso descreve a importância desses ambientes, uma vez que a manutenção das funções ecológicas depende da cobertura vegetal nativa, e de como ela é espacialmente distribuída (GARCIA *et al.*, 2017).

CONCLUSÃO

A conversão de floresta ripária para pastagem reduz sensivelmente a permeabilidade do solo à água: houve diminuição da capacidade de infiltração e aumento da resistência do solo à penetração. Isso demonstra que essa mudança de uso da terra influencia negativamente uma série de serviços ecossistêmicos provenientes dos ecossistemas ripários, especialmente a deterioração do funcionamento hidrológico do solo. Assim como já observado em outras regiões, a menor permeabilidade do solo potencializa a ação de processos erosivos com potencial de degradar os ecossistemas terrestres e aquáticos, deste modo, impactos dessa magnitude podem ocorrer no âmbito da bacia hidrográfica do rio Araguaia.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fornecimento da bolsa para o primeiro autor (Código de Financiamento 001), durante o período dedicado à construção desse trabalho. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Faculdade UnB Planaltina (FUP) e a todos envolvidos no desenvolvimento da disciplina de Práticas de Campo em Ciências Ambientais, que possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa. E ao Sr. Paulo Reis, proprietário da fazenda, que autorizou a aplicação do estudo em sua propriedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL (ADHB). (2013). **Perfil do município de Cocalinho – MT**. In: http://portal.cnm.org.br/sites/6700/6745/AtlasIDHM2013_Perfil_Cocalinho_mt.pdf.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. (2007). Qualidade de um solo

- sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, v. 31, p. 1099-1108.
- BEVEN, K.; GERMANN, P. (1982). Macropores and water flow in soils. **Water Resources Research**. V. 18, p. 1311-1325.
- BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A.; NANNI, M. R.; GOMES, E. P.; MÜLLER, M. M. L. (2012). Infiltração de água no solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos Cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, v. 36, n. 1, p. 1845–1853.
- BRUIJNZEEL, L.A. (2004). Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? **Agriculture, Ecosystems & Environment**. V. 104, p. 185-228.
- CARDOSO, M. R. D; MARCUZZO, F. F. N. (2011). Estudo da morfologia areal da bacia do rio Araguaia utilizando MDE ASTER. **Revista Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT, V. 1, N. 2, p, 69-76.
- CARNEIRO, M. A. C. SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. (2009). Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, v. 33, p. 147-157.
- CARVALHO, A. P. V. DIAS, H. C. T.; PAIVA, H. N.; TONELLO, K. C. (2012). Resistência mecânica do solo à penetração na bacia hidrográfica do riacho fundo, Felixlândia-MG. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.36, n.6, p.1091-1097.
- CASTRO, M. A.; CUNHA, F. F.; LIMA, S. F.; PAIVA NETO, V. B.; LEITE, A, P.; MAGALHÃES, F. F.; CRUZ, G. H. M. (2012). Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no Cerrado Sul-Mato Grossense. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**. Ituiutaba-MG, v. 3, n. 2, p. 498-512.
- CASTRO, S. S. (2005). Erosão hídrica na alta bacia do rio Araguaia: distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual. **Revista do Departamento de Geografia USP**. São Paulo-SP, v. 17, p. 38-60.

- CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. (2011). Variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB, v.15, n.3, p. 237-243.
- CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JUNIOR, G. B. (2015). Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do Solo. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília-DF, v. 32, n.1/2, p.15-43.
- COUTINHO, L. M.; ZANETTI, S. S.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, O. G.; XAVIER, A. C. (2013). Usos da terra e áreas de preservação permanente (APP) na bacia do rio da Prata, Castelo-ES. **Floresta e Ambiente**. Seropédica-RJ, v. 20, p. 425-434.
- DIAS-FILHO, M. B. (2017). **Degradação de pastagens: o que é e como evitar**. Brasília-DF, Embrapa, p. 19.
- FOLEY, J. A.; DeFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S.; COE, M. C.; DAILY, G. C.; GIBBS, H. K.; HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C. J.; MONFREDA, C. PATZ, J. A.; PRENTICE, I. C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. K. (2005). Global consequences of land use. **Science**. 309, p. 570-574.
- GARCIA, A. S.; SAWAKUCHI, H. O.; FERREIRA, M. E.; BALLESTER, M. R. V. (2017). Landscape changes in neotropical forest-savanna ecotone zone in central Brazil: The role of protected areas in the maintenance of native. **Journal of Environmental Management**. 187, p. 16-23.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST. (2001). Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**. 4 (1). 9 p.
- HUNKE, P.; ROLLER, R.; ZEILHOFER, P.; SCHRÖDER, B.; MUELLER, E. N. (2015). Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil. **Geoderma Regional**. V. 4, p. 31-43.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2001). **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. In: http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php.
- KARR, J. R.; SCHLOSSER, I. J. (1978). Water resources and the land-water interface. **Science**. 201, p. 229-234.
- KUNTSCHIK, D. P.; EDUARTE, M; UEHARA, T. H. K. (2014). **Mata Ciliares**. 2ª ed. Cadernos de Educação Ambiental. São Paulo: SMA, p. 80.
- LATRUBESSE, E. M.; ARIMA, E.; FERREIRA, M. E.; NOGUEIRA, S. H.; WITTMANN, F.; DIAS, M. S.; DAGOSTA, F. C. P.; BAYER, M. (2019). Fostering water resource governance and conservation in the Brazilian Cerrado biome. **Conservation Science and Practice**. 1:e77, p. 1-8.
- LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do Cerrado. (2011). **Ciência e Cultura**. Campinas-SP, v.63, n.3, p.27-29.
- MIGUEL, F. R. M; VIEIRA, S. R; GREGO, C. R. (2009). Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília-DF, v. 44, n. 11, p.1513-1519.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, p. 853-858.
- NAIMAN, R. J.; DÉCAMPS, H. (1997). The Ecology of Interfaces: Riparian Zones. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 28, p. 621–658.
- OLIVEIRA, P. T. S.; NEARING, M. A.; MORAN, M. S.; GOODRICH, D. C.; WENDLAND, E.; GUPTA, H. V. (2014). Trends in water balance components across the Brazilian Cerrado. **Water Resources Research**. 50, p. 7100–7114.
- OVERBECK, G. E.; VÉLEZ-MARTIN, E.; SCARANO, F. R.; LEWINSOHN, T. M.; FONSECA, C. R.; MEYER, S. T.; MÜLLER, S. C.; CEOTTO, P.; DADALT, L.; DURIGAN, G.; GANADE, G.; GOSSNER, M. M.; GUADAGNIN, D. L.;

- LORENZEN, K.; JACOBI, C. M.; WEISSER, W. W.; PILLAR, V. D. (2015). Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Diversity and Distributions**. 21, p. 1455-1460.
- PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 4.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. In: < <https://plataforma.mapbiomas.org/map#transitions>>.
- RALISCH, R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; SCOPE, E.; BALBINO, L. C. (2008). Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB, v.12, n.4, p.381–384.
- REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SUZUKI, L. E. A. S.; HORN, R. (2010). Mecânica do solo. In: VAN LIER, Q. J. (org.). **Física do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 31-102.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. (2008). As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. & RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília-DF, Embrapa Cerrados, p: 151-212.
- ROCHA, C. H. B.; FREITAS, F. A.; CASQUIN, A. P. (2019). Conflitos de uso da terra nas APPs hídricas de manancial da zona da mata mineira, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia-GO, v. 39, p. 1-22.
- SANTOS, A. M. (2008). O uso da terra e as implicações sócio-ambientais na zona úmida do Rio Araguaia, estado de Goiás, Brasil. **Finisterra-Revista Portuguesa de Geografia**. Lisboa-PO, v. 86, p. 91-106.
- SILVA FILHO, E. P. (2016). Velocidade de infiltração em área pastagem degradada e floresta natural no município de Porto Velho (RO). **Revista franco-brasileira de Geografia-Confins**. São Paulo-SP, n. 29.
- SOUZA, Z. M; ALVES, M. C. (2003). Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB, v.7, n.1, p.18-23.

- STOLF, R.; MURAKAMI, J. H.; BRUGNARO, C.; SILVA, L. G.; SILVA, L. C. F.; MARGARIDO, L. A. C. (2014). Penetrômetro de impacto Stolf – programa computacional de dados em Excel-VBA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, v. 38, p. 774-782.
- STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. (2017). Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**. V. 1, p. 1-3.
- VOGEL, H. F.; ZAWADZKI, C. H.; METRI, R. (2009). Florestas ripárias: importância e principais ameaças. **Revista de Saúde e Biologia**. Campo Mourão-PR, v. 4, p. 24-30.
- VOLK, L. B. S.; COGO, N. P. (2008). Inter-relação biomassa vegetal subterrânea-estabilidade de agregados-erosão hídrica em solo submetido a diferentes formas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-MG, v. 32, p. 1713-1722.
- WEIL, R.R., BRADY, N.C. (2017). **The Nature and Properties of Soils**. 17a. ed. Pearson Education Limited, p. 1104.
- ZHANG, R. (1997). Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer. **Soil Science Society of American Journal**. 61, p.1024-1030.
- ZHIPENG, L.; DONGHAO, M.; WEI, H.; XUELIN, L. (2018). Land use dependent variation of soil water infiltration characteristics and their scale-specific controls. **Soil & tillage research**. 178, p. 139-149.
- ZWIRTES, A. L.; SPOHR, R. B.; BARONIO, C. A.; ROHR, M. R.; MENEGOL, D. R. (2011). Caracterização físico-hídrica de solos submetidos a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**. Guarapuava-PR, v.4, n.3, p.51-66.