



# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Degradação de áreas com processo de Arenização na Bacia do Córrego Guanabara, Município de Reserva do Cabaçal –MT

Adivane Moraes Nogueira<sup>1</sup>, Nely Tocantins<sup>2</sup>, Fernando Ximenes de Tavares Salomão<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Geografia, Universidade de Brasília, UnB - Asa Norte, Brasília - DF, 70910-900, (61) 3107-6151. [adinogueira2010@hotmail.com](mailto:adinogueira2010@hotmail.com) (autor correspondente). <sup>2</sup>Dr<sup>a</sup>. Professora aposentada da Universidade Federal de Mato Grosso, GECA/UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança, Cuiabá - MT, 78060-900. (65) 3615-8267 [nelytocantins@gmail.com](mailto:nelytocantins@gmail.com) <sup>3</sup>Professor aposentado da Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança, Cuiabá - MT, 78060-900. (65) 3615-8267. [ximenes.salomao@gmail.com](mailto:ximenes.salomao@gmail.com)

Artigo recebido em 17/05/2018 e aceito em 16/05/2019

### RESUMO

A microbacia do córrego Guanabara, pertencente à Bacia do Alto Paraguai (BAP), abrange uma área de cerca de 28, 19 km<sup>2</sup> no município de Reserva do Cabaçal, Mesorregião Sudeste Mato-Grossense, apresentando áreas de exposição superficial de solos arenosos, sem cobertura vegetal, tidas para esse trabalho como areais. O objetivo deste estudo foi caracterizar os areais, destacando as condições de degradação do solo. Neste sentido, foi aplicada uma análise comparativa de duas áreas da bacia em questão, sendo uma submetida ao processo de arenização e outra conservada com bioma Cerrado, por meio de diagnóstico morfológico do perfil de solo e análises físicas e químicas. O processo de formação das áreas arenizadas envolve as características de fragilidade ambiental, a forma de uso e ocupação da terra favorecendo a perda da fertilidade do solo e dificultando a fixação e permanência das espécies vegetais levando a surgência de manchas arenosas exposta a degradação por processos erosivos. A extensão dessas áreas foi estimada em 1,9% da área da bacia no ano de 2005, tendo evoluído para 4, 2% em 2015, chegando a 0,17km<sup>2</sup>. Sendo a bacia pertencente às cabeceiras do pantanal Mato-Grossense necessita-se de medidas de prevenção e recuperação destas áreas tendo em vista a contenção dos processos de degradação.

Palavras-Chave: Arenização, degradação, fragilidade ambiental.

### Degradation of areas with sandstones process in the Guanabara Stream Basin, Municipality Reserva the Cabaçal - MT

### ABSTRACT

The Guanabara catchment, (28,19km<sup>2</sup>) part of the high portion of Paraguai basin (BAP), within Reserva do Cabaçal country, southeast of Mato Grosso state, presents sand soils on surface with no savana covegare, considered as sandization. The goal of the work was to study the sandy areas, highlighting the soil degradation aftereffect. We applied a comparative analysis between conserved and sandized areas, by soil profile morphological diagnosis and physico-chemical analysis. The sandization process includes environmental fragility and the land use favoring loss of soil fertility, preventing the fixation of plants and allowing the emergence of sandy areas, which will be easily eroded by hillslope process. We calculated the sandy areas as 1,9% of the catchment on 2005, increasing to 4,2% in 2015, covering 0,17 km<sup>2</sup>. As the area feeds the wetlands of the Brazilian "pantanal" it is important to apply prevention and recovery actions aiming the reduction of degradation process.

Keywords: Sandization, degradation, environmental fragility

### Introdução

Estudos sobre processos de arenização no estado de Mato Grosso ainda são escassos, portanto, há necessidade do entendimento do processo, visando subsidiar alternativas de contenção e prevenção do mesmo.

No município de Reserva do Cabaçal-MT foram identificadas áreas afetadas pelo processo

de arenização e vem sendo estudadas em projetos de pesquisas desenvolvidos por (Ribeiro; Tocantins; Figueiredo, 2013) na Bacia Hidrográfica do Córrego Guanabara (BHCG), que além do processo de arenização contempla demais formas de degradação como processos erosivos de

diferentes amplitudes, bem como, assoreamento dos corpos hídricos.

A partir da revisão bibliográfica pertinente pode se constatar que a dinâmica dos areais de acordo com o conceito de arenização estabelecido por Suertegaray em 1996 e sendo discutido em demais pesquisas de Suertegaray; Oliveira, (2014) sendo definido como retrabalhamento de depósitos areníticos (poucos consolidados) ou arenosos (não consolidados), que promove, nessas áreas, uma dificuldade de fixação de vegetação de gramíneas do bioma Pampa, devido à constante movimentação de sedimentos.

Os estudos realizados no Rio Grande do Sul por meio de mapeamento identificam e regionalizam as manchas de Neossolos Quartzarênicos, sem detectar necessariamente indícios que suas causas estão associadas ao uso recente da terra, e sim aos processos naturais, levando em conta que predomina a pecuária extensiva nessas áreas, sobre as gramíneas do próprio bioma Pampa. Mais recentemente de Suertegaray; Oliveira, (2014), comprovaram a existência desses areais desde o Pleistoceno tardio e estabeleceram uma interpretação para a sua gênese ligada à ativação sub-superficial de paleocanais e posterior remobilização do material exposto. Segundo Scopel et al., (2013) também prevalecem processos pedológicos, geomorfológicos e geológicos perante o impacto causado pelo uso do solo para a criação dos areais.

O processo de arenização estudado no estado de Goiás possuem indícios de que a maior parte das áreas arenizadas, é consequência do uso e manejo inadequado da terra com pecuária, tais como, falta de reposição de nutrientes ou correção do solo, associado a pastoreio intensivo de áreas com vegetação natural suprimida Scopel et al., (2013). Os mesmos autores comentam que as causas da degradação do solo já foram discutidas, mas, percebe-se forte relação entre os sistemas de uso e manejo do solo e as manchas de solo arenizadas. Portanto, em Goiás, o processo é essencialmente antrópico, acarretado pelo uso inadequado dos recursos naturais e de técnicas de manejo, considerando a influência do material de origem, relevo, clima e outros processos naturais, mas, de forma secundária. Para estes os pesquisadores essas áreas arenizadas são formas recentes, consequências do processo socioeconômico de ocupação da região.

Nesse caso a arenização é tratada como resultante da rarefação da vegetação em áreas arenosas, que está relacionada às ações antrópicas. Sendo assim os areais podem ser entendidos como manchas de Neossolos Quartzarênicos com ausência ou rara cobertura vegetal, expostos a

ações erosivas e resultantes da degradação do solo *in situ* e/ou da deposição de areia transportada.

Uma análise comparativa entre as áreas das regiões sul e Centro-Oeste apresentou que ambas as áreas possuem semelhança quanto ao substrato arenítico de idade Mesozóica e Neossolos Quartzarênicos Órticos. E ocorrem em médias vertentes de rampas e colinas, além de serem encontrados nos topos destas últimas, com declividades baixas. Sendo assim, mesmo se tratando de biomas distinto, Cerrado e Pampa, o volume da água precipitada em um ano também se assemelha. Ainda possuem uma dinâmica morfoescultural parecida quanto se trata de processos erosivos e depósitos superficiais recentes e inconsolidados (Suertegaray; Oliveira, 2014).

A carência de estudos com a temática dos areais no estado de Mato Grosso dificulta tomadas de decisão quanto a verificar a dinâmica dos processos e o grau de degradação das áreas é essencial no oferecimento de subsídio de conhecimento para a comunidade envolvida em prol da qualidade ambiental.

A bacia do córrego Guanabara enquanto afluente do Rio Paraguai faz parte das cabeceiras do Pantanal Mato-grossense, e desde a colonização, o município apresenta a principal atividade econômica o a pecuária de leite e corte, além da agricultura de subsistência. A forma cultural de manejo da terra, trazida e praticada por colonos, associado às características físicas de Reserva do Cabaçal, tem acarretado diversas formas de degradação dos ambientes tais como: perda de solo, ravinas imensas, voçorocas, assoreamento de córregos e rios, além da destruição de nascentes, identificadas por Ribeiro; Tocantins; Figueiredo, (2013)

No entanto devido à fragilidade ambiental natural, há concentração do desencadeamento do processo de arenização ao norte da bacia, fato este que se deve às características geomorfológicas, litoestratigráficas e pedológicas locais. As cabeceiras da bacia (ao norte) estão inseridas nas cotas mais elevadas da Chapada dos Parecis da formação Utiariti, composta de unidades litoestratigráficas, formadas em sua quase totalidade, por rochas sedimentares arenosas (Ribeiro; Tocantins; Figueiredo, 2013).

Na bacia, podem ser encontradas formações de Cerrados, Formações Florestais de contato (floresta associada ao Planalto dos Parecis), Formações Secundárias (remanescentes de formações naturais) após a ocupação o ambiente não apresenta características florísticas, estruturais e dinâmicas originais, prevalecendo espécies associadas à atividade agropecuária.

Principal tipo de solo resultante do intemperismo dos arenitos são os Neossolos Quartzarênicos, solos profundos e muito profundos, de pouco desenvolvimento, com baixa capacidade de retenção de umidade, intensa lixiviação e pronunciada susceptibilidade à erosão (Ribeiro; Tocantins; Figueiredo, 2013).

As áreas ao norte da bacia que compreende a chapada são constituídas por Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, e Solos Hidromórficos nos fundos de vales. Nas encostas de Vales Profundos em Forma de “V” Neossolo Litólico e Cambissolo, além de Pequenas Colinas com Neossolo Quartzarênico. E Médias colinas com Cambissolos, e as encostas rampeadas e fundos de vales com Neossolo Flúvico,

Cambissolos e depósitos arenosos de assoreamento.

Tendo em vista melhor compreensão do processo de arenização, contamos com o Mapa Morfopedológico, juntamente com os polígonos das áreas sob processo de arenização do ano de 2015, desenvolvidos em nossos projetos de pesquisa (Figura 1), do qual divide a área em cinco compartimentos: CMI-Chapadas com coberturas arenosas; CMII- Encostas de vales profundos em forma de V; CMIII-Pequenas colinas com solos arenosos; CMIV-Colinas Médias com solos rasos; CMV-Encostas rampeadas e fundos de vale.

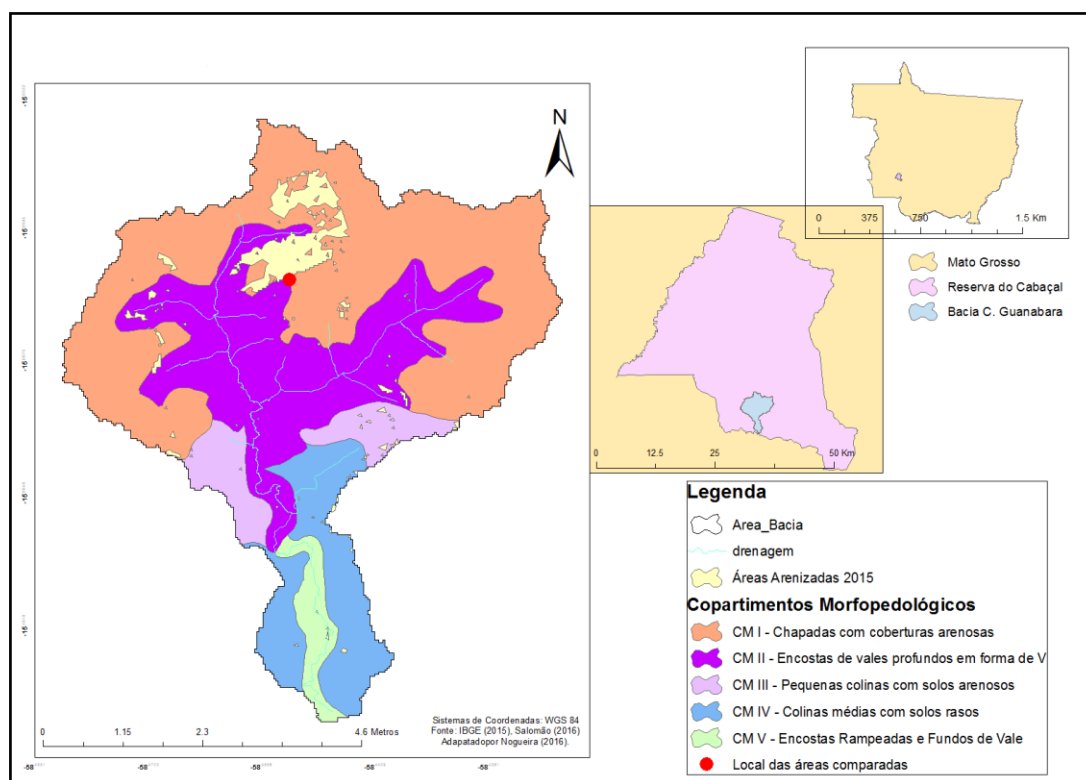


Figura 1. Localização da área de estudo, Arenização (2015) e Compartimentos Morfopedológicos da Bacia Hidrográfica do Córrego Guanabara-Reserva do Cabaçal/MT.

Podemos assim, observar que o processo de arenização é mais incidente no compartimento CM-I - Chapadas com Coberturas arenosas, este compartimento apresenta alta fragilidade do ambiente a processos erosivos laminares e lineares e processos de arenização que se manifestam com o desmatamento, intensificando com o uso intensivo dos terrenos.

Nossas pesquisas têm demonstrado que essas áreas são impróprias à exploração agropecuária, recomendando a conservação/preservação com estímulos à criação de Parques ou Reservas Ambientais com produção

florestal, com manejo apropriado à incorporação de M.O.

Destaca-se também como suscetível o Compartimento Morfopedológico CM-II, que apresenta encostas declivosas que se conectam a vales profundos e ocorrências isoladas de anfiteatros erosivos onde se instalam cabeceiras de drenagens e presença de nascentes.

Neste compartimento foi registrada ocorrência de solos rasos a pouco profundos (Neossolos Litólicos e Cambissolos) recobrendo tais encostas, permitindo constatar a presença em superfície de camadas pouco espessas de tálus e colúvios que facilitam a percolação das águas de

chuva e retenção no horizonte subjacente constituído por material argiloso e pouco poroso, produto da alteração intempérica e pedogênese do substrato rochoso constituído por granitos.

### Material e métodos

As etapas que envolveram a realização do estudo contaram primeiramente com a revisão de literatura a cerca da temática abordada, levantamentos de bases cartográficas, trabalhos de campo e análises laboratoriais.

O mapa da localização da área estudada, com identificação das áreas submetidas ao processo de arenização (2015) (Figura 1) foi adaptado da análise multitemporal do processo de arenização na bacia, associado ao Mapa Morfopedológico resultantes das pesquisas desenvolvidas na região por estes pesquisadores.

A avaliação da degradação do solo, além da revisão de literatura e observação *in loco*, contou com levantamento fotográfico das áreas arenizadas, bem como, dos processos erosivos de diferentes amplitudes existentes na área.

Na Figura (2) é representado os pontos cujos locais foram coletadas as amostras com abertura das trincheiras, coleta de solo para a análise comparativa das áreas, bem como, a espacialização da área objeto de estudo. O processo de seleção de duas áreas considerou a declividade e características morfopedológicas homogêneas da bacia para uma análise comparativa sendo uma arenizada e outra conservada com vegetação nativa (Cerrado/Floresta).

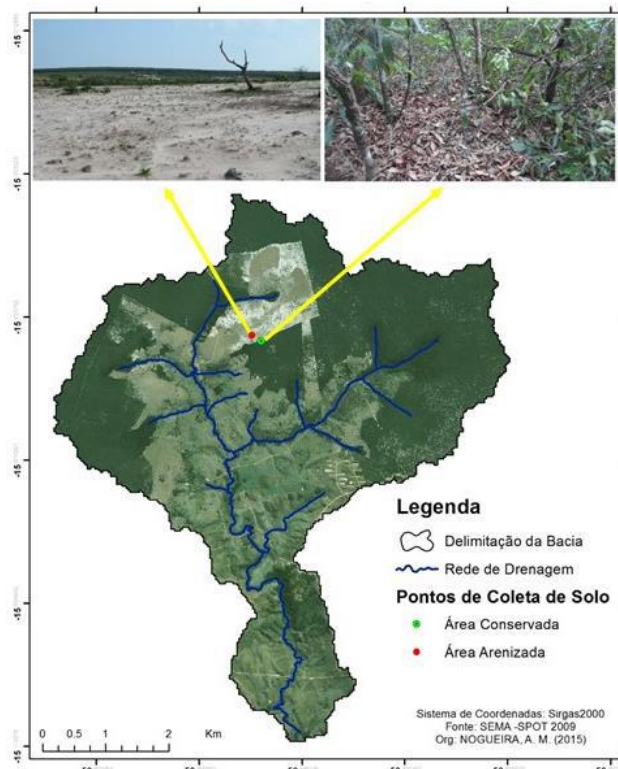


Figura 2. - Espacialização dos pontos de coleta das amostras de solo  
Fonte SEMA (2009); Nogueira. A. M (2015). Org: Nogueira. A. M (2016).

Coletaram-se amostras de solo nos dois ambientes como referência de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2015). Nestas áreas foram caracterizados os materiais de cobertura do terreno envolvendo as características morfológicas, físicas e químicas.

A espacialização da forma de coleta de solo e abertura de trincheira para descrição do perfil e coleta de amostras nos horizontes está representada na figura (Figura 3).

Para delimitar as áreas de amostragem utilizou-se uma trena. Em seguida, foram coletadas as amostras de solo com 20 centímetros de profundidade utilizando um trado (Holandês).

Essas amostras foram armazenadas em sacos plásticos previamente identificados, depois fechados e guardados em uma caixa de isopor com frascos de gelo. Após a coleta com trado foram abertas as trincheiras no ponto central das áreas pré-determinadas. Conforme mostra a Figura (3), as trincheiras, foram abertas com

profundidade de 1,40m, tendo por objetivo a descrição morfológica dos horizontes pedológicos e coletas de amostras deformadas.

Foram observadas as características como: cor com base na Carta de Cores Munsell, espessura dos horizontes, presença de restos vegetais como: raízes e folhas, além da estrutura, porosidade e consistência do solo. Depois da coleta e descrição dos perfis, as amostras foram transferidas para uma geladeira, conforme recomendado pelo Ministério de Agricultura e Abastecimento (MAA) e Instituto Agrônomo (IAQ), procurando estabilizar as atividades biológicas.

Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao laboratório AGROANÁLISE-Laboratórios integrados em Cuiabá- MT, totalizando vinte e seis (26) amostras.

As dezoito (18) amostras coletadas com trado, sendo nove (09) amostras na área arenizada e as outras nove (09) na área conservada, foram submetidas a análises para determinação de MO e de Nitrogênio.

Nas oito (08) amostras, sendo quatro de cada trincheira, uma em cada horizonte foram

submetidas a análises: granulométrica (argila, silte e areia) e análise química verificando pH, P, K, Ca, Mg, Al, H, CTC juntamente com determinação de MOS, sob o Método Colorimétrico em espectrofotômetro (Walkley-Black).

Os resultados dos ensaios granulométricos e químicos foram analisados de maneira comparativa entre os dois locais estudados, quais sejam: área submetida ao processo de arenização e área conservada por Cerrado, entre os teores de MO, CTC e outros. E também com os parâmetros de interpretação de resultados de análise química do solo para culturas anuais, estabelecidos pela Agência de Informação Tecnológica (EMBRAPA) (Teixeira, 2017)

Para interpretação dos resultados e análise comparativa entre os dois locais estudados, contou-se com trabalhos realizados em regiões com características similares de meio físico, dentre outras bibliografias destacando-se: (Scopel, et al., 2013; Scopel, Sousa, & Martins, 2013; Sousa, 2009).

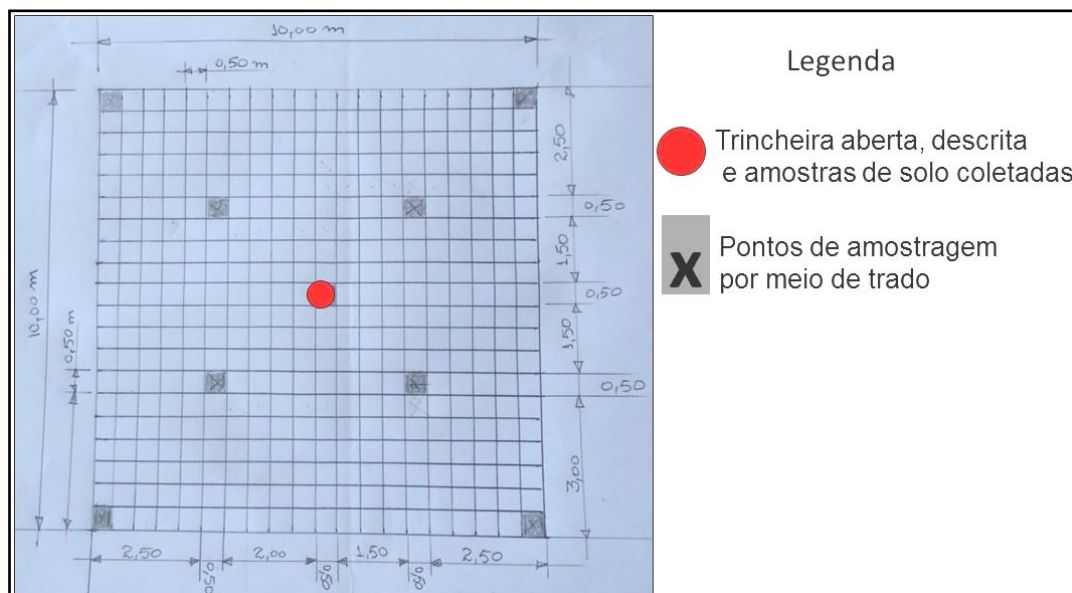


Figura 3- Espacialização dos pontos de trado e abertura de trincheira

## Resultados

Conforme apresentado na Metodologia, foram feitas comparações das características químicas, físicas e morfológicas da área submetida ao processo de arenização com uma área conservada.

Em campo foram realizadas as descrições morfológicas dos horizontes pedológicos em trincheiras abertas, na área conservada e na área submetida ao processo de arenização. As Figuras 4 –A e B sintetizam a descrição morfológica dos horizontes da profundidade de 55cm.

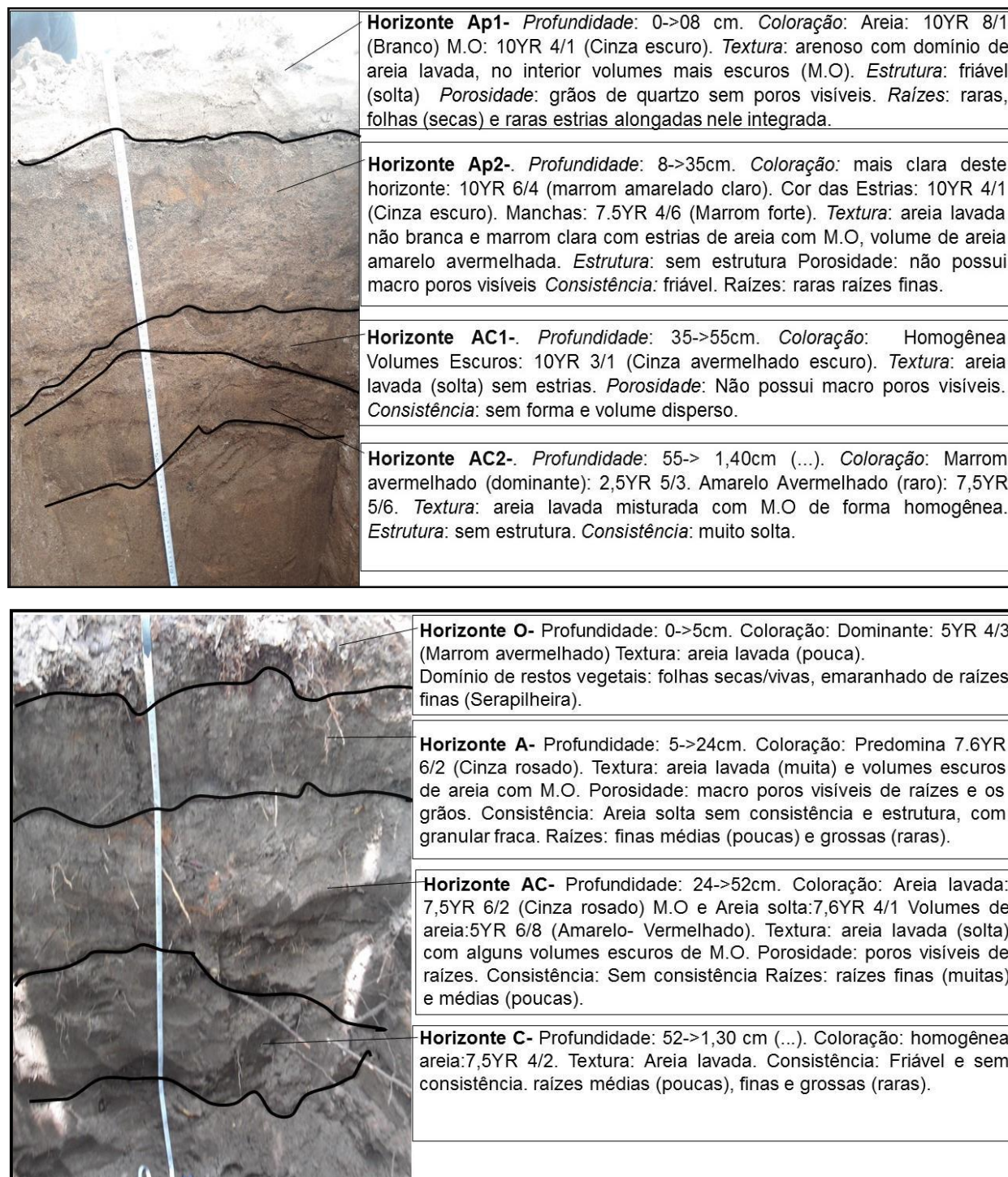


Figura 4 A- Caracterização Morfológica do perfil do solo da área arenizada

Figura 4 -B- Caracterização Morfológica do perfil do solo da área conservada.

A nomenclatura utilizada no perfil de solo da área arenizada, foi denominado Ap, devido o mesmo estar bastante alterado por ações antrópicas. As delimitações dos horizontes Ac do perfil, deu-se com base na comparação entre o perfil da área conservada, considerando o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2015)

O perfil do solo da área submetida ao processo de arenização apresenta horizontes superficiais Ap1 (0-08 cm) Ap2 (8-35 cm) praticamente sem ocorrência de matéria orgânica sendo constituído por material essencialmente arenoso de coloração branca e marrom amarelado, respectivamente.

Evidências de ocorrências de MO incorporada ao solo foram observadas em

profundidade superior a 35cm na forma de estrias, com maior concentração na porção inferior do perfil no horizonte Ac 2, que se encontra a partir da profundidade de 55cm. Esse fato permite deduzir pela manifestação de fenômenos ligados a migração de matéria orgânica em profundidade por infiltração das águas de chuva.

O perfil do solo da área submetida ao processo de arenização apresenta horizontes superficiais Ap1 (0-08 cm) Ap2 (8-35 cm) praticamente sem ocorrência de MO sendo constituído por material essencialmente arenoso de coloração branca e marrom amarelado, respectivamente.

O perfil do solo da área conservada realizado em campo por meio da descrição morfológica dos horizontes permitiu constatar a ocorrência de horizonte superficial (Horizonte O) constituído por uma camada de serapilheira (5 cm). Nesta camada há alta concentração de MO, evidenciando uma coloração marrom avermelhado. Abaixo desta camada superficial de serapilheira nota-se a existência de um horizonte A até a profundidade de 24cm, com evidências de MO impregnada nas partículas minerais de areia lavada.

A concentração de MO é observada em profundidade superior a 50 cm, nos horizontes AC e Horizonte C. Esse fato permite considerar que mesmo se tratando da área conservada por vegetação de Cerrado a MO também migra em profundidade por efeito da infiltração das águas da chuva.

Entretanto, a existência e manutenção da serapilheira tendo em vista, principalmente, a deposição de restos vegetais permite o acúmulo de MO nos horizontes superficiais do solo. Portanto, evidencia-se que a principal diferença entre as áreas está relacionada à oferta e disponibilidade de MO existente na área conservada, enquanto que na área arenizada não há produção e os resquícios que havia de matéria orgânica da vegetação nativa anterior estão sendo carregados constantemente.

A forma de uso dos Neossolos Quartzarênicos pode influenciar na dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS), no entanto a magnitude dessas alterações ainda é pouco pesquisada nas condições de Cerrado, e estudos tem demonstrado que de fato os atributos da MOS

do horizonte superficial (0-20 cm), representam melhor as alterações no manejo dos Neossolos Quartzarênicos do que os demais horizontes (Caetano et al., 2013). O conhecimento das características e propriedades do solo é fundamental para se estabelecer o tipo de uso e manejo adequado, a textura e a matéria orgânica têm um potencial de afetar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, sendo elementos vinculados à dinâmica da água e minerais no solo (Carmo & Val, 2013).

Devido a importância da MOS na conservação e fertilidade do solo, vem sendo retomada estudos e práticas, enquanto, uma das alternativas de adubação do solo e nutrição de plantas mais utilizadas em substituição aos adubos químicos do solo, pois, possui propriedades altamente benéficas ao solo, tais como retenção de umidade, fornecimento de nutrientes, aumento da microbiota do solo e estrutura do solo (Simões; Ribon; Fernandes, 2015).

A forma de uso da terra altera o comportamento de nutrientes do solo, principalmente dos arenosos, nos quais a elevada macroporosidade favorece os fluxos hídricos (Pessoa-De-Souza, 2015).

Com os resultados laboratoriais em mãos, pôde-se constatar por meio da comparação entre os perfis, que o impacto da chuva diretamente sobre as áreas arenizadas, além de potencializar o escoamento superficial, possibilita a lixiviação e a migração da MO em profundidade, conforme sugere a Figura 5.

Ao longo do perfil 01 (Figura 5), que se refere à área arenizada presencia-se volumes escuros que apontam para a presença de matéria orgânica juntamente com a areia, distribuída em todo perfil. A MO migra em profundidade como apontam as análises feitas nas amostras dos horizontes, pois a mesma aumenta relativamente conforme a profundidade.

No perfil 02 (Figura 5), que é da área conservada, constata-se a concentração da MO no horizonte O (superficial) que diminui com a profundidade. A cobertura vegetal e a serapilheira ajudam a manter a MO e outros nutrientes, diferente do que ocorre no perfil de solo exposto e de textura arenosa.

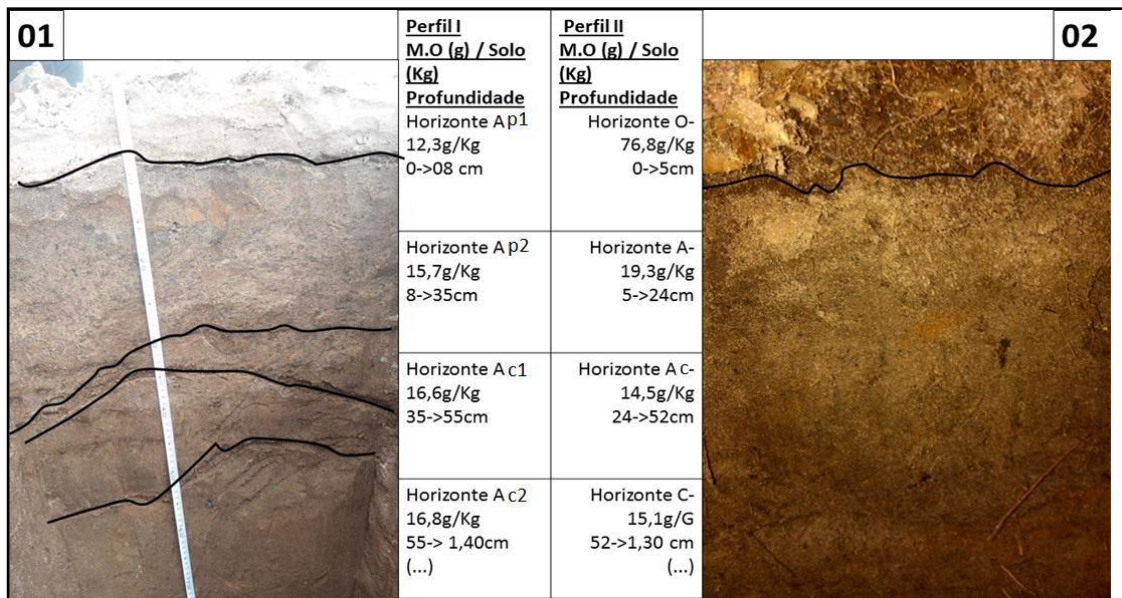


Figura 5 - Comparação da M.O do Perfil da área arenizada (01) e Perfil da área conservada (2), na bacia hidrográfica do Córrego Guanabara.

Conforme ressaltamos, os solos arenosos são conhecidos por seu baixo teor de M.O, mas o processo de arenização consegue diminuir ainda mais esse quadro. Os processos de infiltração da água em solos arenosos acontecem de forma mais rápida por apresentarem poros de maior diâmetro, apresentam estrutura fraca e baixos teores de matéria orgânica. Assim, possuem alta suscetibilidade a erosão, principalmente quando encontram-se desprovidos de espécies vegetais (Scopel, et al., 2013).

A observação dos perfis demonstrou a pouca variação na textura dos horizontes A e C da área conservada, a transição gradual se dá pelo teor de M.O existente. O grau de degradação do solo nas áreas arenizadas pode ser verificado por meio da análise comparativa entre as áreas arenizada e conservada, destacando-se as seguintes evidências:

1. Perda parcial de estrutura do solo, tornando-se mais friável.

2. Perda de MO superficial e por migração em profundidade, por meio da análise feita do solo coletado em área arenizada e conservada.

Percebe-se que a MO pode contribuir com a manutenção da Fauna e Flora, permitindo uma manutenção ou recuperação mais rápida do bioma e cessação dos processos de arenização. Analisando a morte repentina de braquiária sob neossolos Quartzarênicos, Moura, (2017) observou-se que ambientes de pastagem sem e com morte súbita não apresentavam diferenças significativas entre os atributos físico, químico e biológico, sendo que os dois últimos apresentaram uma redução quanto à qualidade do solo em relação ao ambiente de mata nativa, já a qualidade física os três ambientes avaliados se mostrou bastante semelhante.

Ao analisar o Quadro (Figura 6) os componentes químicos do solo na trincheira da área conservada (TII) tais como: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), pouco variam em relação a área arenizada (TI).

Análises químicas e físicas das áreas Arenizada e Conservada na BHCG.										
Trincheira I (arenizada)										
Horizontes	P (mg/dm <sup>3</sup> )	K (mg/dm <sup>3</sup> )	Al (cmol/dm <sup>3</sup> )	Ca (cmol/dm <sup>3</sup> )	Mg (cmol/dm <sup>3</sup> )	M.O (g/dm <sup>3</sup> )	CTC (cmol /dm <sup>3</sup> )	PH (água/CaCP)	SAT. AL	
AP1	1,2	11,4	0,78	0,20	0,15	12,3	4,00	4,7	4,0	67,24
AP2	0,9	12,2	1,00	0,16	0,12	16,7	4,88	4,6	3,8	76,92
AC1	1,8	10,3	0,95	0,16	0,11	18,2	4,69	4,7	4,0	76,61
AC2	1,6	13,8	1,13	0,10	0,8	18,8	4,76	4,6	3,9	83,70
Trincheira II (conservada)										
Horizontes	P (mg/dm <sup>3</sup> )	K (mg/dm <sup>3</sup> )	Al (cmol/dm <sup>3</sup> )	Ca (cmol/dm <sup>3</sup> )	Mg (cmol/dm <sup>3</sup> )	M.O (g/dm <sup>3</sup> )	CTC (cmol /dm <sup>3</sup> )	PH (água/CaCP)	SAT. AL	
O	2,8	28,2	3,13	0,10	0,08	76,8	19,88	4,0	3,2	92,70
A	1,2	11,3	1,23	0,15	0,11	19,3	5,29	4,3	3,6	80,92
AC	0,6	10,7	1,5	0,15	0,12	14,5	4,67	4,5	3,7	77,78
C	0,9	12,3	0,88	0,10	0,8	15,1	4,54	4,7	4,0	80,73

Figura 6 - Resultados da análise química e física do solo dos horizontes nos perfis da área conservada e da arenizada.

Os significados mais expressivos estão nos componentes Potássio (K), Fósforo (P), capacidade de troca catiônica (CTC) e MOS, principalmente em relação aos horizontes superficiais. A área conservada apresenta um horizonte O de 05 cm (serapilheira) com 19,88 (cmol/dm<sup>2</sup>) de CTC. Os demais horizontes do perfil conservado apresentam maior quantidade de K, P, CTC e de M.O, que é mais importante para as espécies vegetais e microorganismos.

Os valores de Ca e Mg são mais elevados nos horizontes superficiais da área arenizada, enquanto que o Al tem maior concentração na área conservada. Em compensação, a CTC e a MOS também apresentam-se maiores na área conservadas. Pesquisas em neossolos com pastagem indicou aumento de Ca, Mg e P até 60 cm de profundidade e diminuição em profundidade de alumínio e cálcio, além do acúmulo de matéria orgânica em superfície (Pessoa-De-Souza et al., 2015).

Nas amostras analisadas das distintas áreas, a saturação por alumínio das duas áreas foi acima de 67mg/dm<sup>3</sup> (24%, podendo chegar a 92,70%). Os pH de todas as amostras analisadas nos perfis do solo estão com valores impróprios para culturas comumente cultivadas em solos do Cerrado, está entre 5,5 e 6,5. O pH indica a alta acidez do solo, típico do Cerrado, possivelmente associado às elevadas taxas de intemperismo e perdas de bases (Pessoa-De-Souza et al., 2015)

A MOS ainda interfere na química do solo, além da capacidade de troca de cátions (CTC), pH, condutividade elétrica, ciclagem de nutrientes e complexação de elementos tóxicos do solo (Costa, et al., 2013)

A diferença entre os teores de MOS, CTC, K, e P entre a área arenizada e a área conservada (Figura 06) se deve a presença das espécies vegetais e da MO. A forte tendência à

desproporção entre a quantidade de macroporos em relação aos microporos em solos arenosos, leva a uma menor capacidade de retenção de água.

A capacidade de água disponível fica comprometida. Neste caso a presença da MOS é fundamental para diminuir a força cinética da chuva e retenção de água no horizonte superficial.

Em estudos sob Neossolos Quartzarênicos, desenvolvidos no estado de Goiás por (Sousa, 2009) usando da mesma forma de análise comparativa, observou-se que em relação aos aspectos químicos, os níveis de Ca, Mg, K e P, CTC, MOS, em geral são baixos em todas as amostras. No entanto apresenta, nas amostras dos areais uma diminuição de 44% da MO, comparado ao encontrado sob Cerrado. Assim, infere-se que há uma degradação biológica, uma vez que a MO alimenta os microorganismos, que desempenham papel importante na nutrição das plantas. Considera-se ainda a existência de degradação física, pois a MOS auxilia na agregação, permeabilidade, porosidade e na retenção de água. Por fim, considera-se uma degradação química, uma vez que a MO possui alta CTC que, por sua vez, atua na adsorção dos nutrientes.

Os resultados alcançados pela análise confirmam a importância da M.O em um solo resultante da alteração de um arenito presente na área de estudo, que é composto basicamente por quartzo, mineral resistente ao intemperismo, pobre em nutrientes e com baixa capacidade de troca de cátions. De outra forma, o húmus tem alta capacidade de troca catiônica (CTC) importante para os solos tropicais de capacidade baixa.

A CTC de frações isoladas de húmus vai de 300 a 1400 meq/100g, o que é importante em solos tropicais, cuja fração mineral tem capacidade reduzida de reter e trocar cátions. De

forma análoga, a CTC proporciona condições para se compreender a mineralogia e a química de um solo. Naturalmente, os solos arenosos apresentam uma CTC mais baixa do que em solos argilosos (Embrapa, 2013).

Além da análise dos perfis realizou-se uma análise comparativa entre a área arenizada e a conservada considerando a quantidade de M.O e

N das amostras dos nove pontos em cada Área, conforme mostra a Figura (07).

Os dados apresentados na figura (07) permitem observar que na área arenizada e conservada os valores de nitrogênio mudam de acordo com o teor de MO.

Análises de M.O e N nas áreas Arenizada e Conservada na BHCG					
Área Arenizada			Área Conservada		
Pontos	M. O (g/Kg)	N. (g/Kg)	Pontos	M.O (g/Kg)	N. (g/Kg)
Ponto 1	17,41	0,53	Ponto 1	28,73	0,89
Ponto 2	22,20	0,59	Ponto 2	33,51	1,04
Ponto 3	20,7	0,64	Ponto 3	41,20	1,26
Ponto 4	21,65	0,62	Ponto 4	33,51	0,89
Ponto 5	18,61	0,56	Ponto 5	63,51	1,46
Ponto 6	22,25	0,67	Ponto 6	42,75	1,15
Ponto 7	21,37	0,64	Ponto 7	33,10	0,92
Ponto 8	22,06	0,59	Ponto 8	44,82	1,22
Ponto 9	19,99	0,87	Ponto 9	32,75	0,83

Figura 7 - Matéria Orgânica e Nitrogênio nas áreas Arenizada e Conservada.

A Figura (7), confirma as condições anteriormente apresentadas onde constata maior enriquecimento do solo existente na área conservada em relação a área arenizada. Esse fato demonstra que a diferença entre o conteúdo de MO das duas áreas não se restringe a um local específico onde foram realizadas as trincheiras, mas, se estende nas áreas como um todo.

Interessante também constatar que o teor de nitrogênio acompanha os teores de MO isto é, na área arenizada os solos encontram-se mais empobrecidos em nitrogênio do que na área conservada.

Os diversos resíduos que caem sobre o solo são transformados em M.O e posteriormente húmus que interagem com a fração mineral no processo de agregação do solo. Essa interação ocorre entre a fração mineral com a M.O humificada, formando os complexos organo-minerais. Enquanto isso, a junção da M.O humificada com a transitória forma os microagregados e unindo-se formam os macroagregados, com auxílio das raízes e macrofaunas. A M.O no solo incrementa seu grau de estabilidade, trazendo maior capacidade de resistir a perturbações, com melhor infiltração e armazenamento de água, melhores condições para desenvolvimento das plantas. Neste sentido, entende-se que a M.O é fundamental para o solo,

contribuindo na agregação dos minerais. Além do papel MO que forma a serrapilheira que amortecem a velocidade das águas das chuvas, possibilitando uma infiltração lenta e armazenamento de água no solo, principalmente em solos arenosos que é o caso do Neossolo Quartzarênico.

### Discussão

Diversos estudos têm demonstrado que a substituição da vegetação nativa por pastagem reduz a quantidade de várias propriedades que compõe o solo em todas as profundidades, dentre elas a MOS (Costa, et al. 2015; Neves Neto, et al. 2013; Resende et al., 2018; Silva, et al. 2014). A perda da fertilidade do solo, bem como a compactação influencia negativamente na implantação de reflorestamentos (Vasconcellos et al., 2013). Análises comparativas entre sistemas de manejo tem demonstrado ainda que existe práticas de integração (lavoura-pecuária) que promove melhorias no teor de carbono e biomassa, no entanto ainda inferiores a vegetação nativa (Carneiro et al., 2013).

A degradação do solo causada pelo processo de Arenização na bacia do Córrego Guanabara foi analisada com base em trabalhos realizados em campo e em laboratório. A partir dos estudos pode-se caracterizar um modelo de

formação dos areais e posterior degradação dos solos.

Como pode ser observado em visitas de campo, após a ocupação de antigas áreas de Cerrado por pastagens áreas estão sendo submetida ao processo de arenização, como representa a Figura (8) a seguir.

Como apresentado na figura 8 do mosaico (foto-03), a área arenizada selecionada para

análise comparativa, trata-se de uma mancha de areia mais extensa da bacia, com raras presenças de espécies vegetais, nativas ou de pastagem. Com a mobilidade dos sedimentos e retirada da MO, a pastagem fica escassa, dando lugar aos areais.

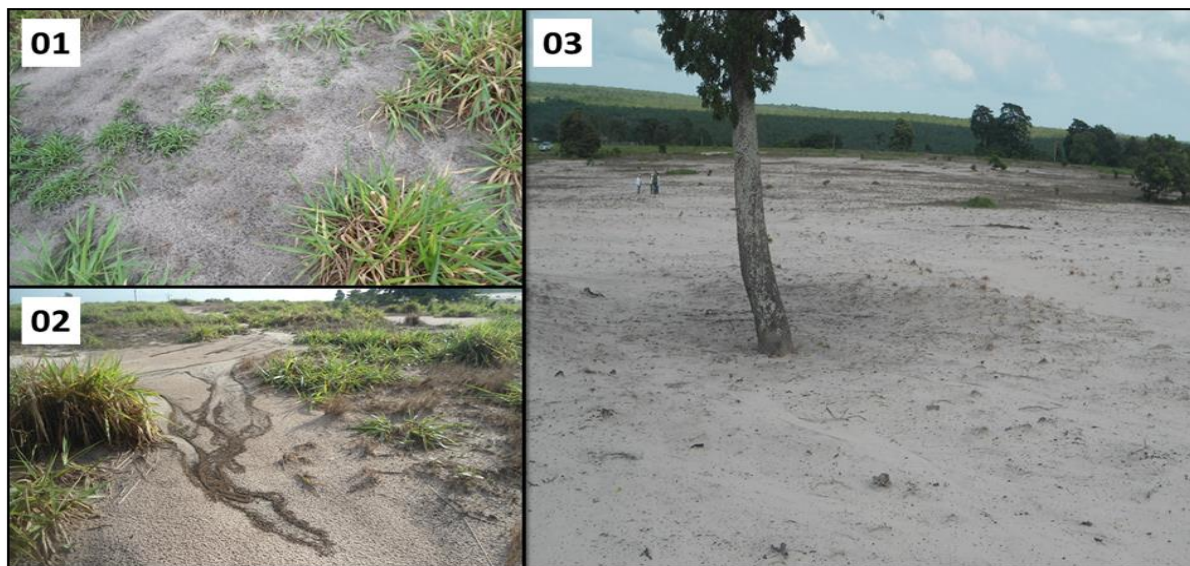


Figura 8 - Mosaico Foto (01) Espaçamento da pastagem e surgimento das manchas de areia. Foto (02) escoamento superficial com carreamento de matéria orgânica. Foto (03) área arenizada sem presença de vegetação e sedimentos em constante movimentação.

A ocorrência do fenômeno está também relacionada com teores de macronutrientes (N;P,K,Ca,Mg,S), e micronutrientes (Fe, Mn,B,Cu,Zn,Mo,Cl), por se tratar de um solo arenoso, caracterizado por fornecer poucos nutrientes, logo, as condições locais não são adequadas para uma planta exótica. Os macronutrientes são elementos que as plantas necessitam em grande quantidade e os micronutrientes são requeridos em pequena quantidade (Ratuchne et al., 2016).

Os solos possuem diferentes taxas de carbono orgânico nas condições do Cerrado brasileiro, cujo, MOS e do carbono orgânico do solo estão associados e dependem das taxas de adição de resíduos e da intensidade dos processos de decomposição da MOS. A conservação destes componentes interfere nos índices de agregação, maior capacidade de reter água, maior porosidade e resistência à erosão. Proporcionando maior fertilidade, contudo, a entrada da MOS também está correlacionada com as condições climáticas (Almeida; Sanches, 2014).

Na área conservada apresenta-se o Cerrado, com diversos substratos vegetacionais e com grande quantidade de material orgânico (MO), que forma uma camada se serrapilheira sobre o solo. Não sendo identificado, neste caso, nenhum vestígio de arenização, tanto nas imagens de satélite como em campo (Figura 9).

Comparações entre tipos de manejo tem mostrado que as áreas de floresta apresentam equilíbrio na cinética de decomposição dos resíduos orgânicos e na liberação de N e seguintes nutrientes (P e K+), por meio da serrapilheira no solo (Machado et al., 2014).

Santos; Guerra, (2015) ressaltam que a quantidade de serrapilheira produzida pode variar em função de perturbações. E ainda que os valores de matéria orgânica possuem uma relação intrínseca com a decomposição da serrapilheira, portanto os valores mais baixos de matéria orgânica encontrados neste fragmento provavelmente estão relacionados à decomposição mais lenta da serrapilheira em função do pH ácido do solo, que pode reduzir a atividade microbiana, e consequentemente afetar a decomposição.

Brasil et al., (2013) aponta que no Cerrado no Mato Grosso, a fragmentação da vegetação afeta também a estrutura da camada de serrapilheira, prejudicando a diversidade de espécies e na integridade do remanescente florestal.

Na área conservada destaca-se a presença das raízes de diferentes espessuras e profundidade, que além de retirar os nutrientes necessários para manutenção da vida vegetal,

ainda contribui na estruturação do solo, pelo fato de desenvolver a macro porosidade, e se diferenciam de um horizonte para o outro (Figura 9/Foto 2/3).

Stefanoski et al., (2013) aborda que os indicadores de qualidade física do solo demonstram a necessidade da adoção de sistemas que favoreçam a estruturação do solo, como aqueles que visam à elevação do teor de matéria orgânica.

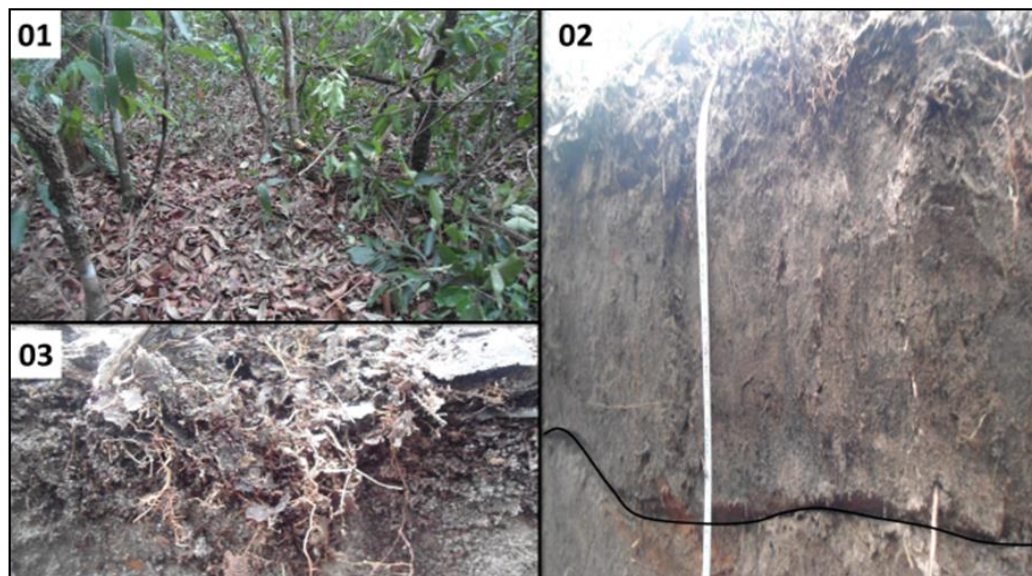


Figura 9- Mosaico, Foto (01) área conservada com Cerrado. Foto (02) perfil de solo com camada de serrapilheira. Foto (03) aglomerações de raízes e folhas em decomposição.

O desmatamento da vegetação nativa, para inserção da pastagem influencia tanto na produção de MO, quanto na proteção do solo para a manutenção da camada existente, conforme foi apresentado. Constantemente estudos apresentam a importância da vegetação para a conservação do solo, evitando transportes de materiais orgânicos favorecendo os processos erosivos (Castro; Castro; Souza, 2013).

Os solos de textura arenosa são naturalmente pobres, por ter baixa capacidade de retenção de nutrientes e de água a camada de MO é fundamental para conservação da vegetação. (Carmo; Val, 2013; Donagemma Et Al., 2016; Olszewski Et Al., 2016). A perda da MO dificulta a permanência da vegetação que leva a formação dos areais.

Quanto ocorre o desmatamento e a inserção da pastagem, e se esgota os nutrientes ou se perde por escoamento superficial da serrapilheira remanescente ao desmatamento, a pastagem entra em processo de degradação, perdendo seu vigor e capacidade de regeneração, uma vez que não seja manejado para recuperação.

Após a supressão da vegetação a perda da serrapilheira e do horizonte O do solo se dá, primeiramente por escoamento difuso, conforme mostra as Figura 10 (Foto 02), e ocorre em relevo praticamente plano. Quando há declividade o escoamento superficial passa a ser mais concentrado, formando pequenos sulcos, posteriormente ravinamentos e por fim voçorocas de diferentes tamanhos, que pode ser verificadas em campo e são apresentadas a seguir (Figura 10).

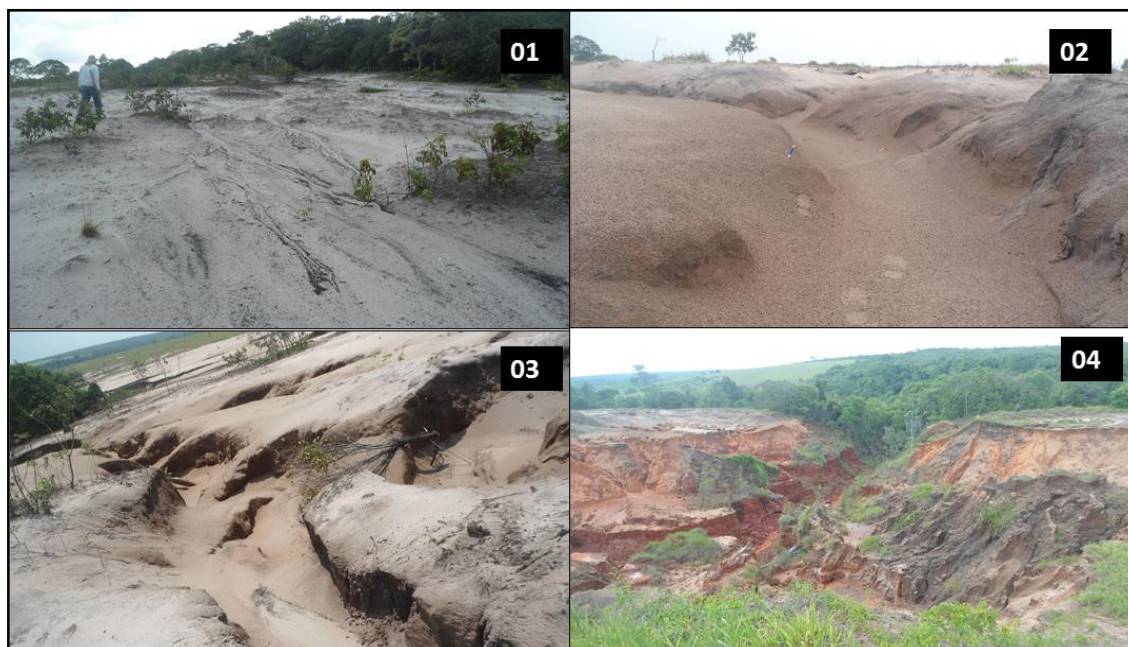


Figura 10- Perda de Matéria Orgânica por processos erosivos que ocorrem na área e adjacências de áreas arenizadas

A matéria orgânica exposta completamente no ambiente é retirada juntamente com os sedimentos por meio do escoamento superficial conforme observa-se na Figura (10).

Na porção inferior da vertente, junto ao fundo de vale, as ravinas interceptam o aquífero freático que se situa em subsuperfície, dando origem a voçorocas com desenvolvimento de fenômenos de *piping*, isto é, erosão interna do solo com formação de tubos subterrâneos.

A Figura 10 (Foto 03) ilustra a ocorrência de uma boçoroca na porção inferior da vertente e fundo de vale. Os processos erosivos ocorrem com maior intensidade em áreas desmatadas e sob processo de arenização. As erosões potencializam o transporte de sedimento e MO aos vales e leito dos rios. Foram observados assoreamentos em córregos e também no rio Cabaçal, tanto no leito, tornando a águas turvas, e presença de bancos de areias nas margens. Durante a estação chuvosa o rio encontra-se cheio, e com grande quantidade de sedimentos as águas transbordam na planície.

A partir das análises químicas e físicas percebe-se que a MO tem sido o diferencial entre as áreas observadas; comparando os valores estipulados em laboratório verifica-se que a quantidade de MO é maior no solo conservado, e alguns outros nutrientes como P e K além da CTC, estando associados à disponibilidade de MO sendo concentrados no horizonte superficial na área conservada. E isso é relatado nas características dos neossolos quartzarênicos, que devido sua textura é ressecado com baixo

potencial nutritivo para as plantas além de baixos valores de matéria orgânica e de CTC, logo, muito lixiviados e bastante suscetíveis a erosão, principalmente associados à declividade (Carmo; Val, 2013).

Verificando as necessidades nutricionais para se cultivar em um solo no Cerrado arenoso segundo a EMBRAPA –MT, observou-se que os solos tanto a área degradada quanto a conservada não possuem os parâmetros nutricionais mínimos para culturas e deveria ser corrigido, em relação, principalmente, ao seu grau de acidez. No entanto, a vegetação nativa conforme demonstrada encontra-se em sua dinâmica normal, esta situação é possível porque possivelmente o Cerrado nativo levou milhares de anos para se adaptar a situação natural oferecida, proporcionada pela quantidade de MO existente. Logo, a pastagem que é uma vegetação exótica, quando submetida às características físicas naturais do ambiente, não se adapta.

Assim, a conversão do Cerrado para pastagem pode alterar tanto o fluxo quanto a natureza resultando em impactos na conservação do solo. Um manejo inadequado interrompe a deposição da serrapilheira aumentando a decomposição da MOS e conseqüentemente a fertilidade (Resende; Rosolen, 2013).

Outro fato preocupante é que os Neossolos Quartzarênicos foram classificados como solos predominantes nas áreas mais suscetíveis à contaminação do lençol freático por contaminantes químicos orgânicos (Mingoti; Spadotto; Moraes, 2016). O impacto ambiental

causado devido a práticas predatórias dos bens naturais, sem os devidos cuidados, podem causar danos ambientais, econômicos e sociais incalculáveis.

### Considerações

A partir da análise da paisagem com ênfase na interpretação morfopedológica, análises químicas e físicas foi possível caracterizar o processo de arenização existente na bacia do Córrego Guanabara e selecionar uma área submetida ao processo de arenização e outra conservada protegida por Cerrado, que foram analisadas de forma comparativa, permitindo destacar as seguintes conclusões:

Com base nas análises químicas, físicas e morfologia dos horizontes pedológicos, verificou-se que a principal diferença entre área arenizada e a área conservada é o teor diferenciado dos elementos Ca, Mg, K CTC e a MOS.

A escassez destes nutrientes, além das visíveis perdas de MOS, a partir do desmatamento para inserção da pastagem, compromete a manutenção da vegetação exótica, e ainda dificulta o reflorestamento natural pela vegetação nativa nas áreas arenizadas.

A perda da MOS, que é fundamental à sustentabilidade de solos arenosos, compromete o desenvolvimento de espécies cultivadas, levando a degradação das áreas, sendo necessária aplicação de técnicas de recuperação e reflorestamento.

O uso inadequado da terra potencializa os processos erosivos e desencadeia o processo de arenização, cujos sedimentos são transportados em grande quantidade para os vales e leito dos rios, assoreando-os e comprometendo a quantidade e a qualidade das águas, que se destinam ao Pantanal Mato-grossense.

### Agradecimentos

Ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), Ministério de Educação (MEC), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por terem financiado o projeto. A Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT), à Rede ASA Pro-Centro-Oeste-Edital 031/2010 e a comunidade de Reserva do Cabaçal que, permitiram a realização do mesmo. E, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, em especial ao professor Rogério Uagoda-UnB que o revisou e incentivou sua submissão.

### Referências

- Almeida, R. F., & Sanches, B. C. 2014. Disponibilidade de Carbono Orgânico dos Solos no Cerrado Brasileiro. *Scientia Agraria Paranaensis* 13, 259–264. <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v13n4p259-264>
- Brasil, L. S., Giehl, N. F., Santos, J. O., Santos, A. O., Marimon, B. S., & Marimon-Junior, B. H. 2013. Efeito de borda sobre a camada de serapilheira em área de cerradão no leste de Mato Grosso. *Biotemas* 26, 37–47. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n3p37>
- Caetano, J. O., Vinícius de Melo Benites, Silva, I. R. da, Assis, R. L. de, & Cargnelutti Filho, A. 2013. Dinâmica da Matéria Orgânica de um Neossolo Quartzarênico de Cerrado convertido para Cultivo em sucessão de Soja e Milheto. *R. Bras. Ci. Solo* 37, 1245–1255.
- Carmo, D. A. B., & Val, B. H. P. 2013. Classificação dos Neossolos e Nitossolos quanto a Natureza Física, Químicas e Morfológicas. *FAZU Em Revista* 10, 17–26.
- Carneiro, M. A. C. ., de Souza, E. D. ., Paulino, H. B. ., Sales, L. E. O. ., & Vilela, L. A. F. . 2013. Atributos indicadores de qualidade em solos de cerrado no entorno do parque nacional das emas, Goiás. *Bioscience Journal* 29, 1857–1868. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84889007294&partnerID=40&md5=0a54a0435258a3a8e97e9d1a7f74b53b>
- Castro, M. N., Castro, R. M., & Souza, P. C. de. 2013. A Importância Da Mata Ciliar No Contexto Da Conservação Do Solo Resumo. *Revista Eletrônica De Educação Da Faculdade Araguaia* 4, 230–241.
- Costa, C. D. de O., Alves, M. C., Sousa, A. de P., & Silva, H. R. 2015. Propriedades Químicas Dos Solos De Uma Sub-Bacia Hidrográfica Sob Processo De Degradação Ambiental. *Revista de Ciências Ambientais - RCA*, 9.
- Costa, E. M. da, França Silva, H., & Almeida Ribeiro, P. R. de. 2013. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. *Enciclopédia Biosfera* 9, 1842–1860. <https://doi.org/10.1002/humu.22400.1>
- Donagemma, G. K., de Freitas, P. L., Balieiro, F. de C., Fontana, A., Spera, S. T., Lumberras, J. F., ... Bortolon, L. 2016. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de

- solos leves no Brasil Guilherme. Pesquisa Agropecuária Brasileira 51, 1003–1020. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900001>
- Embrapa, E. B. D. P. A. 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306. <https://doi.org/ISBN 978-85-7035-198-2>
- Machado, L. V., Passos Rangel, O. J., Mendonça, E. S., Machado, R. V., & Ferrari, J. L. 2014. Fertilidade e Compartimentos da Matéria Orgânica do Solo sob diferentes Sistemas de Manejo. Coffee Science 9, 289–299. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84904608840&partnerID=40&md5=634b35054ed844de9275265541cc074d>
- Mingoti, R., Spadotto, C. A., & Moraes, D. A. de C. 2016. Suscetibilidade à contaminação da água subterrânea em função de propriedades dos solos no Cerrado brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 51, 1252–1260. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900025>
- Moura, C. J. de C. C., Mapeli, N. C., Camilo, A. N. da S. I. C. V. S., & Silva, A. P. M. S. E. de F. G. F. da. 2017. Qualidade de um Neossolo Quartzarênico com e sem ocorrência de morte súbita de capim braquiária no bioma Pantanal. Revista Agrarian 4, 222–227.
- Neves Neto, D. N., Santos, A. C., Santos, P. M., Melo, J. C., & Santos, J. S. 2013. Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 17, 995–1004. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000900013>
- Olszewski, A. M. S. T. J. F. C. N., Oliveira Neto, M. B. de, Giongo, V., Queiroz, A. F. de, & Santana, F. J. de. 2016. Potencialidades e limitações para o uso agrícola de solos arenosos na região semiárida da Bahia. Magistra 137–148.
- Pessoa-De-Souza, M. A., Almeida, R. T. S., Neves, C. M. N. das, Castro, J. P. V. de, & Castro, S. S. de. 2015. Comportamento químico de neossolos quartzarênicos em mineiros, Sudoeste Goiano. Geociências 34, 335–347.
- Ratuchne, L. C., Koehler, H. S., Watzlawick, L. F., Sanquetta, C. R., & Schamne, P. A. 2016. Estado da Arte na Quantificação de Biomassa em Raízes de Formações Florestais State-of-the-art in the Quantification of Biomass in Roots of Forest Formations 8087, 450–462. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.131515>
- Resende, T. M., & Rosolen, V. 2013. Impactos da Conversão de Uso e Manejo do Solo do Cerrado utilizando dados de Carbono Total e Isotópico. GEOUSP – Espaço e Tempo 33, 39–52.
- Resende, T. M., Rosolen, V., Bernoux, M., Brito, J. L. S., Borges, E. N., & Almeida, F. P. 2018. Atributos Físicos e Carbono Orgânico em Solo sob Cerrado convertido para Pastagem e Sistema Misto. Soc. & Nat. 27, 1–13.
- Ribeiro, J. C., Tocantins, N., & Figueiredo, M. 2013. Diagnóstico dos Processos Erosivos na Sub-Bacia do Córrego Guanabara, Município do Reserva do Cabaçal, Pantanal, MT. Revista GeoPantanal 8, 152–169.
- Santos, L. B. dos, & Guerra, A. J. T. (2015). Influência da estrutura florestal nas características físico-químicas do solo e no estoque de serrapilheira. Revista Brasileira de Geografia Física 8, 1321–1334.
- Santos, R. D. dos, Lemos, R. costa de, Santos, H. G. dos, Ker, J. C., Anjos, L. H. C. dos, & Shimizo, S. H. 2015. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. (SBCS, Ed.). Viçosa.
- Scopel, I., Sousa, marluce silva, Peixinho, dimas moraes, & Martins, alécio perini. 2013. Levantamento de Áreas sob Arenização e relações com o Uso da Terra no Sudoeste de Goiás e no Sudoeste do Rio Grande do Sul - Brasil. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia 5, 24–47.
- Scopel, I., Sousa, M. S., & Martins, A. P. 2013. Infiltração de água e potencial de uso de solos muito arenosos nos cerrados (savanas) do brasil. Bol. Goia. Geogr. 33, 203–219.
- Silva, A. S., Silva, I. de F. da, Bandeira, L. B., Dias, B. de O., & Silva Neto, L. de F. da. 2014. Argila e matéria orgânica e seus efeitos na agregação em diferentes usos do solo. Ciência Rural 44, 1783–1789. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130789>
- Simões, G. L., Ribon, A. A., & Fernandes, K. L. 2015. Manejo De Adubação E Atributos Físicos De Neossolo Quartzarênico Cultivado Com Milho. Colloquium Agrariae 11, 01-10. <https://doi.org/10.5747/ca.2015.v11.n1.a113>
- Sousa, M. S. 2009. Caracterização dos Areas da Bacia do Ribeirão Sujo, Município de Serranópolis / GO. GEOUSP - Espaço e Tempo 26, 93–111.
- Stefanoski, D. C., Santos, G. G., Marchão, R. L., Petter, F. A., & Pacheco, L. P. 2013. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. Revista Brasileira de

- Engenharia Agrícola e Ambiental 17, 1301–1309. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001200008>
- Suertegaray, D. M. A., & Oliveira, M. G. 2014. Uma análise comparativa do processo de arenização no Brasil: sudoeste do Rio Grande do Sul e sudoeste de Goiás. *Investigaciones Geográficas* 47, 19–34.
- Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A. I., & Teixeira, W. G. 2017. Manual de métodos de análise de solo. Embrapa Solos. <https://doi.org/1517-2627>
- Vasconcellos, R. L. de F., Bini, D., de Paula, A. M., Andrade, J. B., & Cardoso, E. J. B. N. 2013. Nitrogênio, carbono e compactação do solo como fatores limitantes do processo de recuperação de matas ciliares. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo* 37, 1164–1173. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000500006>