

Estudos sobre os solos do pantanal: contribuições ao entendimento dos aspectos morfopedológicos da planície pantaneira

O presente trabalho tem como objetivo realizar o levantamento de dados sobre estudos desenvolvidos acerca dos solos do Pantanal, apresentando os principais temas abordados, resultados e contribuições para a compreensão das propriedades pedológicas, potencialidades e fragilidades dos solos deste ecossistema. A pesquisa foi desenvolvida por meio de consultas nas bases Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Web of Science utilizando os descritores 'Solos do Pantanal', 'Fragilidades dos solos do Pantanal' e 'Potencialidades dos solos do Pantanal', suas combinações e variantes em inglês. O estudo contemplou artigos publicados a partir de 2012. Na base de dados SCIELO foram encontrados 20 artigos, sendo 15 em Língua Portuguesa e 05 em Língua Inglesa, apenas 10 foram selecionados por estarem relacionados a proposta de estudo. Na base de dados Web of Science foram encontrados 14 artigos sendo 9 escolhidos por tratarem especificamente sobre os 'solos do Pantanal'. Não foram encontrados artigos com os descritores 'fragilidades do solo do Pantanal' e 'potencialidades do solo do Pantanal' em ambas as bases. Dos 17 artigos pesquisados: 6 tratavam da classificação dos solos, 4 da variação de solos em diferentes áreas, 3 dos efeitos das inundações sobre a concentração de CO₂ e 1 abordagem referente à gênese dos solos em diferentes áreas, aos efeitos das mudanças no uso do solo, à influência da serrapilheira e solos afetados pelo sal. Os artigos pesquisados possibilitaram o estudo dos dados relevantes publicados nos últimos anos permitindo maior compreensão sobre o bioma do Pantanal, com vista a sua sustentabilidade.

Palavras-chave: Planície do Pantanal; Propriedades pedológicas; Potencialidades e fragilidades.

Studies on the Pantanal soils: contributions to the understanding of the morphopedological aspects of the Pantanal plain

The present work aims to collect data on studies carried out on the Pantanal soils, presenting the main topics addressed, results and contributions to the understanding of the soil properties, strengths and weaknesses of this ecosystem. The research was developed through consultations in the Scientific Electronic Library Online (SCIELO) and Web of Science databases using the descriptors 'Soils of the Pantanal', 'Fragilities of the Pantanal soils' and 'Potentialities of the Pantanal soils', their combinations and variants in English. The study included articles published since 2012. In the SCIELO database, 20 articles were found, 15 in Portuguese and 05 in English, only 10 were selected because they are related to the study proposal. In the Web of Science database, 14 articles were found, 9 of which were chosen because they deal specifically with the 'soils of the Pantanal'. No articles were found with the descriptors 'Pantanal soil weaknesses' and 'Pantanal soil potentialities' in both bases. Of the 17 articles surveyed: 6 dealt with soil classification, 4 with soil variation in different areas, 3 with the effects of flooding on CO₂ concentration and 1 approach with regard to soil genesis in different areas, with the effects of changes in land use, soil, the influence of litter and soils affected by salt. The researched articles made it possible to study the relevant data published in recent years, allowing a greater understanding of the Pantanal biome, with a view to its sustainability.

Keywords: Pantanal plain; Pedological properties; Strengths and weaknesses.

Topic: **Uso de Recursos Naturais**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **03/02/2021**

Approved: **26/02/2021**

Celso de Arruda Souza 

Universidade Estadual de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4738477343979555>
<http://orcid.org/0000-0002-1161-9242>
celso.arruda@unemat.br

Rosimeire Vilarinho da Silva 

Universidade Estadual de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7347329944845131>
<http://orcid.org/0000-0002-0359-4073>
rosimeire.vilarinho1@unemat.br

Verônica Martinez de Oliveira Raymundi 

Universidade Estadual de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3722941218568837>
<http://orcid.org/0000-0001-8353-3475>
veronica.raymundi@unemat.br

Josiane de Brito Gomes 

Universidade Estadual de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5211517848918453>
<http://orcid.org/0000-0001-5870-6776>
josiane.brito@jna.ifmt.edu.br

Maria Aparecida Pereira Pierangeli 

Universidade Estadual de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4330841132184376>
<http://orcid.org/0000-0001-6453-080X>
mapp@unemat.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0050

Referencing this:

SOUZA, C. A.; SILVA, R. V.; RAYMUNDI, V. M. O.; GOMES, J. B.; PIERANGELI, M. A. P.. Estudos sobre os solos do pantanal: contribuições ao entendimento dos aspectos morfopedológicos da planície pantaneira. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.2, p.580-590, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0050>

INTRODUÇÃO

O Bioma Pantanal é uma das maiores extensões de áreas alagáveis do mundo, ocupando uma área de aproximadamente 200 mil km² de área, distribuídos 70% no Brasil, 20% na Bolívia e 10% no Paraguai (HARRIS et al., 2005). Neste ecossistema de riquíssima biodiversidade, a composição e estrutura da paisagem são heterogêneas, formadas por diferenciadas fitofisionomias, habitats, solos e gradientes de inundação (CARDOSO et al., 2016). Pelas suas características e importância, o Pantanal foi reconhecido, no ano 2000, pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura como Reserva da Biosfera.

A formação dos solos do pantanal está vinculada à estrutura geológica formada por uma bacia sedimentar que condiciona sedimentos oriundos das regiões mais altas (CORINGA et al., 2014). Esses sedimentos estão relacionados ao processo de formação, que deu origem a uma diversidade de solos existentes no Pantanal, cuja definição também se associa a uma planície aluvial e reflete na condução de sedimentos trazidos pelos rios (NASCIMENTO et al., 2013). Essa dinâmica natural contribui para uma variabilidade de solos na área estudada.

Os solos do Pantanal geologicamente se desenvolveram a partir de sedimentos arenosos, silticoarenosos, argiloarenosos e arenoconglomeráticos semiconsolidados a consolidados. Há ainda uma diversidade única de solos, cuja morfologia reflete as condições de regime hídrico de cada área (BEIRIGO et al., 2010).

Sommer (2006) elucida que os solos na paisagem podem ser vistos sob a ótica da variabilidade espaço-temporal dos seus atributos e dos processos dinâmicos, como de água e sedimentos, sendo importante a interação entre esses fatores para uma compreensão mais abrangente dos solos na paisagem.

O entendimento da formação, estrutura, propriedades e funcionamento dos solos de uma paisagem é de suma importância para a compreensão do ambiente como um todo, entretanto, no Brasil, o banco de dados de solos ainda é incipiente e pouco se sabe acerca da inter-relação entre a distribuição das vegetações nativas e a fertilidade natural dos solos (SKORUPA et al., 2012).

Cardoso et al. (2016) corroboram que ainda é pouco conhecida a variabilidade nos atributos dos solos em sistemas complexos, como o Pantanal. A compreensão dos processos ecológicos responsáveis pela produtividade e biodiversidade e o conhecimento acerca da inter-relação entre os fatores bióticos e abióticos do Pantanal são premissas fundamentais para o manejo sustentável dos seus recursos naturais.

Diversos espaços estão sendo submetidos a processos de transformação que resultam na degradação ambiental e alterações no uso e cobertura da terra (PEREIRA et al., 2012). Os autores afirmam que a expansão da fronteira agrícola e pecuária promovem modificações da fisionomia natural, e o Pantanal por estar localizado em uma área de transição com ecossistemas terrestres e aquáticos é considerado um espaço de tensão ecológica e de grande importância socioeconômica.

A compreensão da dinâmica estrutural do solo associada à fragilidade e potencialidade, constituem-se como ferramentas úteis no estudo de impactos ambientais. De acordo com Albuquerque et al. (2015), o termo solos frágeis e fragilidade do solo são usados para designar solos que apresentam maior

susceptibilidade à erosão, como os de textura arenosa mais propenso à erosão hídrica ou eólica que os argilosos. Podendo também haver fragilidade em solos muito intemperizados, que conseqüentemente apresentam baixos teores de nutrientes ou em solos com excesso de salinidade.

Albuquerque et al. (2015) acrescentam que a fragilidade caracteriza a condição de sensibilidade ou alteração onde qualquer desequilíbrio após uma perturbação pode ocasionar danos ao solo e que essa definição não é algo fácil de se fazer.

Mediante o exposto, este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento dos estudos desenvolvidos acerca dos solos do Pantanal, apresentando os principais temas abordados, resultados e contribuições para a compreensão das propriedades pedológicas, potencialidades e fragilidades dos solos deste ecossistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo constitui uma revisão bibliográfica sobre os solos do Pantanal, suas potencialidades e fragilidades. A coleta de dados foi realizada no período de 25 a 30 de agosto de 2020. Foi realizada uma análise de rede para caracterizar os grupos temáticos e a abrangência do assunto estudado, por meio da consulta às bases de dados Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Web of Science.

A busca na base de dados e retirada de artigos duplicados corresponderam as primeiras fases do estudo, em seguida apenas os trabalhos relacionados ao objetivo da pesquisa foram analisados, os demais foram excluídos. A Figura 1 apresenta uma descrição detalhada das etapas adotadas na pesquisa, que se baseou na metodologia empregada por Brum et al. (2020).

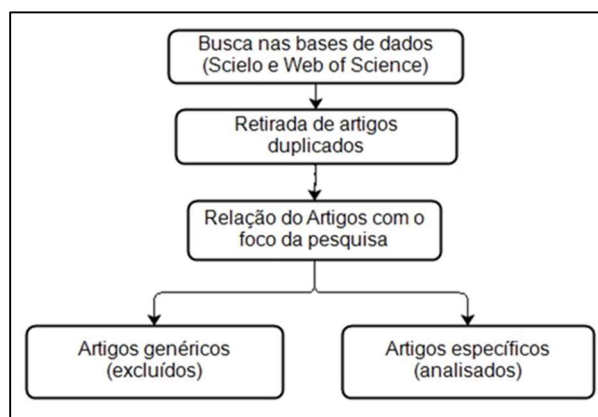


Figura 1: Diagrama das etapas de seleção de artigos que estudaram os solos do Pantanal.

Fonte: Adaptado de BRUM et al. (2020).

Foi definido como critério de inclusão artigos que apresentassem os descritores: Solos do Pantanal, Fragilidades do Pantanal, Potencialidades do Pantanal, suas combinações e variantes em inglês.

Na base de dados SciELO foram encontrados 20 artigos com o descritor 'solos do Pantanal', sendo 15 em Língua Portuguesa e 05 em Língua Inglesa não sendo encontrados artigos com os descritores 'fragilidades do Pantanal' e 'potencialidades do Pantanal'.

Dos 20 artigos encontrados na busca inicial na base de dados SciELO, foram selecionados os artigos publicados a partir de 2012 que contemplassem especificamente o objetivo desse estudo, ou seja, os solos

do Pantanal. Desse modo, foram selecionados 10 artigos para leitura e análise.

Na base de dados Web of Science foram encontrados 14 artigos com o descritor 'solos do Pantanal', referentes aos anos de 2012 a 2020, sendo todos em Língua Inglesa. Destes, somente 9 tratam especificamente sobre os 'solos do Pantanal'. Não foram encontrados artigos com os descritores 'fragilidades do Pantanal' e 'potencialidades do Pantanal'.

Foram excluídos ainda 2 artigos, pois estavam presentes nas duas bases de dados, resultando na seleção final de 17 artigos para compor este estudo. Os artigos selecionados são publicações de periódicos brasileiros e internacionais. Dessa forma, com base nas informações levantadas nos artigos analisados foi discutido o que autores descrevem em seus estudos sobre os solos do Pantanal.

DISCUSSÃO TEÓRICA

Os solos do Pantanal se desenvolveram a partir de sedimentos arenosos e materiais argilosos e orgânicos, que originaram seis categorias de solo típicos do Pantanal no 1º nível categórico, que abrangem: os Planossolos que compõem a mais extensa área de solos, ocupando cerca de 35% da área do Pantanal; os Plintossolos que ocupam cerca de 21% da área; os Espodossolos, que ocupam cerca de 21% da área; os Gleissolos que ocupam cerca de 10% da área; os Vertissolos que são solos minerais com sérias restrições à percolação de água, e ocupam cerca de 5% da área; os Neossolos que são solos pouco evoluídos, ocupando apenas 2,5% da área (FERNANDES et al., 2007).

As morfológicas físicas do solo Espodossolos Humilúvicos se destaca no Pantanal de Mato Grosso do Sul, nas cores de marrom - acinzentado claro, preto ao cinza - oliva - escuro, devido à drenagem extremamente pobre, é amarelado e manchado nos campos alagados com drenagem ligeiramente melhor, com os perfis de textura que varia de areia para argila- arenosa, com baixa saturação por bases e acúmulo de ferro e alumínio, material fonte do processo de podzolização, principal processo pedogenético da gênese desses solos (SCHIAVO et al., 2012).

A seguir serão descritos os estudos realizados acerca dos solos do Pantanal, entre o período de 2012 a 2020, nas duas bases de dados analisadas, apresentando os temas estudados, objetivos, áreas de estudo e principais resultados e contribuições para o entendimento das características morfoestruturais e pedológicas dos solos da planície pantaneira.

A Tabela 1 apresenta as temáticas que foram estudadas nos artigos analisados. Observou-se que 41% dos estudos desenvolvidos entre os anos de 2012 a 2020, das bases de dados Scielo e Web of Science se concentraram na caracterização dos solos, por meio de análises físicas e/ou químicas, com o intuito de analisar os atributos dos solos e realizar a sua classificação, sendo este o tema mais abordado sobre os solos do Pantanal (Figura 2).

O segundo tema mais abordado nos estudos acerca dos solos do Pantanal foi com relação às variações espaciais, que buscam compreender as diferenças dos solos em diferentes fitofisionomias ou unidades de paisagem. Estudos deste tipo representaram 24% do total de estudos desenvolvidos, e alguns analisaram os atributos dos solos e sua classificação, mas com o diferencial de evidenciar possíveis variações

nos solos com diferentes fitofisionomias.

Tabela 1: Quantitativo de estudos realizados por tema e os respectivos autores, acerca dos solos do Pantanal, entre os anos 2012 a 2020, nas bases de dados Scielo e Web of Science.

Tema	Quantidade de estudos	Autores
Análise e classificação do solo	6	Oliveira Junior et al. (2017) e Oliveira Junior et al. (2019) Barbiero et al. (2016) Coringa et al. (2014) Santos et al. (2013) Coringa et al. (2012)
Efeitos da inundação/CO2 no solo	3	Mello et al. (2015) Lathuillière et al. (2017) Messias et al. (2013)
Gênese do solo	1	Nascimento et al. (2013)
Variações de solos em diferentes áreas	4	Cardoso et al. (2016) Lucena et al. (2014) Schiavo et al. (2012) Vourlitis et al. (2017)
Erosão/efeitos das mudanças no uso do solo	1	Colman et al. (2019)
Serrapilheira	1	Pavão et al. (2019)
Solos afetados pelo sal	1	Andrade et al. (2020)
Total	17	

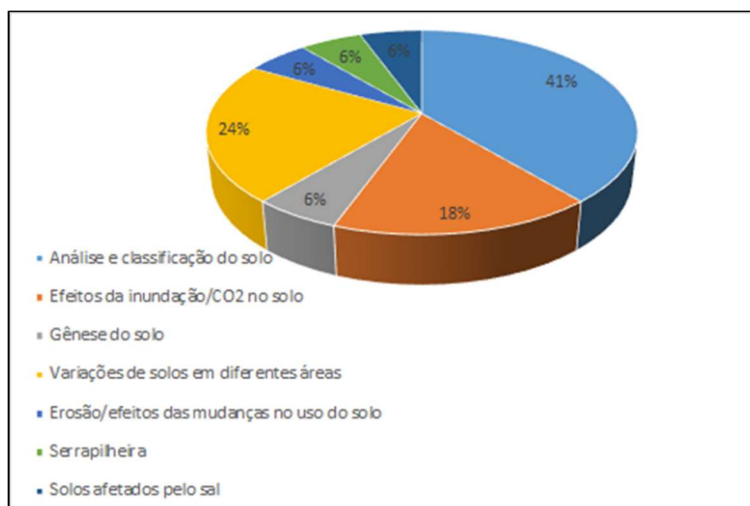


Figura 2: Representatividade dos temas abordados acerca dos solos do Pantanal nos estudos publicados entre os anos 2012 a 2020, nas bases de dados Scielo e Web of Science.

Uma outra parcela considerável dos estudos (18%) buscou verificar os efeitos do ciclo hidrológico, comparando as características dos solos, sobretudo a concentração de CO₂ e efluxo entre os períodos de inundação e de seca. Tais estudos são de fundamental importância, pois trazem resultados que demonstram particularidades dos solos de planícies alagáveis.

Os temas acerca da gênese dos solos, efeitos das mudanças no uso do solo, influência da serrapilheira nas características dos solos e solos afetados por processos de salinização e solonização foram estudados, cada tema em 1 artigo, representando 6% no total de estudos desenvolvidos. Isso denota que alguns aspectos acerca dos solos ainda são pouco explorados, sendo de imprescindível importância a continuidade no desenvolvimento de estudos que evidenciem as fragilidades, potencialidades e alternativas para o uso sustentável dos recursos naturais da planície pantaneira.

Com o objetivo de identificar os processos pedogenéticos predominantes que ocorrem em solos sódicos da planície de inundação do rio São Lourenço, Oliveira Junior et al. (2017) coletaram amostras de

solo de cinco pontos no município de Barão do Melgaço, no Estado Mato Grosso, e realizaram análises morfológicas e mineralógicas. Os autores constataram que os solos do Bioma do Pantanal Norte são formados em condições hidromórficas e estão atualmente sujeitos a processos de eluviação/iluviação de argila, ferrólise e lixiviação, podendo dar origem aos solos sódicos mais jovens. Os solos foram classificados como Luvisolos e, com o avanço do processo de transformação, aumenta o esgotamento dos óxidos de ferro, juntamente com a eluviação da argila, resultando em Planossolos (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2017).

Na mesma área de estudo, Oliveira Junior et al. (2019) investigaram o processo que envolve a formação de solos afetados pelo sódio. O estudo foi realizado em uma trincheira de 6 metros de comprimento e 2 metros de profundidade, em solos sódicos da planície de inundação do rio São Lourenço. Foram coletadas 121 amostras de solo em parcela de 0,25 × 0,25 m no município de Barão do Melgaço, no Estado Mato Grosso, coordenada UTM (566,518m 8,147,826m). Essas amostras de solo foram submetidas às análises de granulometria, pH, cátions trocáveis e extrato de saturação (cátions e ânions principais). Os resultados apresentaram a presença de carbonatos degradados nos solos, indicando uma formação antiga, durante o Pleistoceno tardio e Holoceno, época em que havia baixa lixiviação de sais e maior evapotranspiração.

Ademais, nesse mesmo estudo, foi identificado um processo de erosão mais antigo de leques aluviais, que desencadeou uma inversão de relevo na área, preservando as áreas mais argilosas com um relevo ligeiramente mais elevado, com remanescentes de solos afetados pelo sal, no processo de solodização, expressos por valores mais baixos de pH e de capacidade de troca catiônica (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2019).

O estudo realizado por Barbiero et al. (2016) no Rio Taquari (19° 28'13" S e 56° 3'22" W, em lago na propriedade particular denominado Salina Verde) no qual foram identificados no solo uma mistura dominada por quartzo e esmectita, secundariamente mica, caulinita e ocorrência de calcita. Os teores de argila eram de cerca de 10%, confirmaram uma predominância de esmectita, secundariamente de mica e caulinita na fração de argila fina. A análise da microsonda em três amostras (manchas de argila) indicou que está fração é composta de Si (57,1 a 62,7%), e secundária de Mg (13,9 a 17,7%), Al (4,2 a 4,6%), Ca (4,1 a 4,4%), K (3,1 a 3,3%) e Fe (2,9 a 3,7%).

Coringa et al. (2014) também buscaram caracterizar e interpretar a composição geoquímica total de elementos químicos em classes de solos representativas do Pantanal Norte, na sub-região de Barão de Melgaço, Mato Grosso, mais precisamente na Reserva Particular do Patrimônio Natural do Serviço Social do Comércio (RPPN SESC Pantanal), situada entre os rios Cuiabá e São Lourenço. Os resultados demonstraram que os solos se subdividiram em dois tipos geoquímicos: um composto por textura arenosa a franco-arenosa com teores relativamente elevados de SiO₂ e predominância de caulinita e quartzo, com menor teor de bases e elementos-traço; e outro composto por textura mais argilosa, geoquimicamente heterogêneos e com teores significativos maiores de minerais 2:1, Al₂O₃, óxidos de Fe e Mn, bases e elementos-traço.

Ainda na mesma área de estudo, Nascimento et al. (2013) estudaram a gênese de solos do Pantanal Norte que apresentam contrastes texturais em profundidade e sua relação com a dinâmica do sistema deposicional. Foi constatado que o contraste textural em camadas mais profundas dos solos do Pantanal

Norte se origina de dois processos associados à deposição de sedimentos: avulsão e os fluxos de cheias. Os autores apontam ainda que as antigas superfícies de várzea enterradas pelo processo de avulsão podem ser importantes para estudos de reconstrução paleoclimática e paleoambiental, que poderão demonstrar como está planície responderá às mudanças ambientais.

Cardoso et al. (2016) também estudaram os solos do ecossistema Pantanal, na sub-região da Nhecolândia, no Mato Grosso do Sul, avaliando as variações nos solos e em seus atributos químicos sob diferentes unidades da paisagem, sendo estas: floresta semidecídua, cerradão, cerrado/campo cerrado, campo limpo com *Elionurus muticus*, campo limpo com *Axonopus purpusii* e *Andropogon spp.*, bordas de baías e vazantes/baixadas. Os resultados desse estudo denotam que os atributos físico-químicos dos solos, nas diferentes unidades da paisagem evidenciam condições naturais ácidas, textura arenosa, baixo teor de matéria orgânica, e baixa capacidade de reter cátions e ânions. A fertilidade natural mais elevada ocorre na floresta semidecídua, que juntamente com as áreas de bordas de baías, acumulam os maiores teores de matéria orgânica do solo, condicionados pelo maior aporte de substrato orgânico na serapilheira e pelo ciclo de cheia, respectivamente (CARDOSO et al., 2016).

Um estudo semelhante foi desenvolvido por Lucena et al. (2014), que coletaram 160 amostras de solo e descreveram 11 perfis em cinco áreas de Cerrado zona de ecótono com o Pantanal (15°43' S; 56°04' W), com o intuito de determinar os atributos físicos, químicos e físico-hídricos que determinam a heterogeneidade de solos em áreas de Cerrado, ecótono com o Pantanal, se há diferenças entre solos de Cerrado do Planalto Central e da Planície do Pantanal. Foram identificadas as classes Plintossolo Pétrico Concrecionário típico, Plintossolo Pétrico Litoplíntico típico, Latossolo Amarelo distrófico típico e Latossolo Amarelo distrófico com plintita. Constatou-se que a distribuição espacial dos atributos variou entre aleatória e agregada, sendo estas diferenças e semelhanças características da heterogeneidade edáfica do Ecótono Cerrado-Pantanal.

Os atributos químicos e físicos de solos de quatro perfis de barrancos das margens do rio Paraguai foram analisados por Santos et al. (2013). Os resultados das análises evidenciaram que as características granulométricas dos perfis dos solos, aliadas aos baixos teores de matéria orgânica, conferem pouca estabilidade aos barrancos, facilitando a formação de processos erosivos nas margens. Observou-se ainda, nesse estudo, uma elevada saturação de alumínio, em parte devido à dinâmica hídrica dessas áreas. Como os ciclos de cheia e seca promovem a remoção das bases do solo, o teor de alumínio pode aumentar ainda mais, aumentando conseqüentemente a acidez do solo. Tal fato, aliado à baixa saturação por bases e baixos teores de fósforo pode comprometer o desenvolvimento da vegetação nas margens estudadas, agravando os processos de erosão hídrica.

Com o intuito de caracterizar solos hidromórficos representativos do Pantanal, Coringa et al. (2012) analisaram os atributos físicos, químicos, morfológicos e mineralógicos de três perfis de solos (Planossolo, Plintossolo e Gleissolo), da sub-região do Pantanal Norte Matogrossense, denominada Pantanal de Poconé. Os Planossolos e Gleissolos apresentaram maior fertilidade natural, e foi evidenciada a influência do material de origem e do grau de hidromorfismo como principais atuantes na gênese dos solos estudados.

O efeito do ciclo hidrológico do Pantanal sobre a dinâmica do estoque carbono orgânico do solo, nas fitofisionomias de Cambarazal, de Floresta Ripária, de Cordilheira e de Espinheiral foi estudado por Mello et al. (2015). Foi constatado que no Pantanal Mato-Grossense, o estoque de carbono do solo está fortemente condicionado à sazonalidade e à fitofisionomia. Os períodos com maior e menor estoque de carbono na maior parte das fitofisionomias foram, respectivamente, o de enchente e o de vazante. As fitofisionomias com maior estoque de carbono e com maior fertilidade natural foram o Cambarazal e o Espinheiral.

Um estudo semelhante foi desenvolvido por Lathuillière et al. (2017) no Pantanal Mato-Grossense, nas coordenadas 16° 29' 52" S, 56° 2' " W, os quais verificaram o estoque de carbono durante os ciclos de cheias de 2014 e 2015. Os resultados corroboraram que as concentrações de CO₂ no solo foram fortemente influenciadas por eventos de precipitação durante o ciclo de inundação anual. O ciclo de inundação mais úmido de 2014 mostrou uma concentração maior de CO₂ no solo do que o ciclo de inundação de 2015 mais seco. As mudanças rápidas no conteúdo de água do solo foram atribuídas em parte à drenagem do solo e a evapotranspiração da vegetação, que é um forte condutor do esgotamento da água do solo.

Schiavo et al. (2012) caracterizaram e classificaram solos de três feições fisiográficas da bacia do rio Taquari: baía e campos de inundação, no Pantanal Sul-mato-grossense. Nas duas áreas estudadas houve predomínio da fração areia, com textura variando de areia a franco-arenosa, sendo o principal constituinte o quartzo. Os solos foram classificados como: Espodossolo Ferri-humilúvico hidromórfico organossólico; Espodossolo Ferri-humilúvico órtico típico; Espodossolo Ferrilúvico hidromórfico típico; e Espodossolo Ferrilúvico órtico espessarênico, de acordo com critérios adotados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

Messias et al. (2013) buscaram caracterizar e monitorar o potencial redox, juntamente com outras variáveis como (CO₂, O₂, temperatura, umidade, potencial matricial) dada a relevância de estudos para a compreensão da dinâmica dos solos hidromórficos. O estudo foi realizado no solo de uma cordilheira, na fitofisionomia Cerrado *sensu stricto*, localizada na Reserva Particular do Patrimônio Natural - SESC Pantanal. Os resultados demonstraram que entre abril de 2010 e fevereiro de 2011, o solo esteve insaturado, ou seja, em estado de oxidação; o intervalo de valores nesse período foi de 400 mV. No período de saturação, março de 2010 e julho de 2011, a variação de valores foi superior a 1000 mV.

De acordo com os autores essa oscilação é anunciada para solos que são submetidos a uma periodicidade de seca e cheia, como é o caso do Pantanal. As análises corroboraram que o potencial redox diminuiu na cheia, ou seja, quando o teor de umidade elevada diminui a taxa e quantidade de difusão de O₂ no solo. Na seca, o solo encontra-se com baixo teor de umidade tendo o predomínio de valores positivos, típicos de solos aeróbicos, o que demonstra a predominância de condições não limitantes ao crescimento das plantas (MESSIAS et al., 2013).

As variações sazonais de amônia do solo (NH₄), de fósforo (P), de carbono orgânico do solo (SOC) e a mineralização líquida em terras altas e em florestas sazonalmente inundadas do cerrado, foram quantificadas por Vourlitis et al. (2017), na Baía das Pedras, no Pantanal Norte brasileiro, durante os anos de 2014 e 2015. As concentrações de nutrientes e mineralização foram afetadas por variações sazonais para

duas florestas no Pantanal brasileiro, visto que as concentrações de P e SOC e a mineralização líquida diminuíram com a inundação e aumentaram durante a estação seca à medida que o solo se torna insaturado, no entanto, as diferenças entre florestas inundadas e de terras altas variaram ao longo do tempo e nem sempre relacionadas a inundações periódicas.

Os dados do estudo sugerem que as variações espaciais na fertilidade do solo podem ser mais importantes do que a hidrologia em afetar a estrutura e função sazonal do cerrado. Os autores recomendam que mais áreas devem ser comparadas para melhor compreensão de como as inundações sazonais intermitentes afetam os padrões temporais de disponibilidade de nutrientes (VOURLITIS et al., 2017).

Pavão et al. (2019) qualificam as características hidro-físicas do solo em uma área dominada por palmeiras Acuri no Pantanal brasileiro. Foram coletados dados de densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, umidade volumétrica, textura, condutividade hidráulica (saturada e insaturada) e infiltração, nas condições de presença e ausência de serrapilheira. Os resultados das análises das diferentes variáveis demonstraram claramente que a serrapilheira exerce uma forte influência sobre as características físicas do solo, melhorando a qualidade física, o que contribui com um maior fluxo de água.

As grandes influências do Pantanal conectado aos outros biomas como o Cerrado e Amazônia no planalto, pelos sistemas hidrológicos, têm resultado em grandes volumes de sedimentação. O cálculo da erosão causada pelo efeito das mudanças na cobertura e uso da terra apontou, uma perda média de solo para a linha de base, que foi de $18,52 \pm 61 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $19,42 \pm 39 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (COLMAN et al., 2019).

Colman et al. (2019) realizaram estudos projetando cenários para 2020, 2035 e 2050, na Bacia do Alto Paraguai numa área de 362.380 km² e apontaram um aumento na perda de solo de até 100% de 2012 a 2050, associado à expansão da área de cultivo em algumas partes do planalto. Nesse mesmo período os resultados foram um aumento de 20% a 40% na perda de solo em partes do bioma Pantanal, fator associado ao aumento de terras para o uso agrícola (principalmente para pecuária) nas terras baixas.

Andrade et al. (2020) desenvolveram estudos relacionados a influência do sal, existente nas proximidades dos lagos salinos, nas características do solo argiloso. Os autores objetivaram compreender a formação dos minerais argilosos com a transformação gradual desses solos afetados pelo sal. Os estudos foram realizados na localidade da Nhecolândia, uma sub-região do Pantanal, que abriga lagos salinos.

Alguns dos lagos salinos se transformaram em lagos salgados devido à entrada de água doce de inundações sazonais. Como consequência no entorno dos lagos os solos salinos – sódicos submetidos à salinização e solonização, foram convertidos em solos solodizados ao redor do lago de águas salobras, pela ação da solonização. No processo da solodização o Na⁺ é substituído por H⁺, acidificando o solo, enquanto na solonização a lavagem do excesso de sais promove a dispersão da argila.

Nas análises das amostras de solos coletados, os pesquisadores observaram a evolução progressiva dos solos afetados pelo sal, na composição mineral da argila. Este trabalho apresenta grande relevância por apresentar o primeiro relato de um caminho de transformação de minerais de argila em solos passando por solonização e solodização em clima tropical.

CONCLUSÕES

O levantamento de dados referente a temática dos solos do Pantanal, potencialidades e fragilidades, nas bases SCIELO e Web of Science possibilitou o desenvolvimento de um estudo dos dados relevantes publicados nos últimos 8 (oito) anos. Tais estudos contribuíram para maior compreensão sobre o bioma do Pantanal, com vista a sua sustentabilidade

Quanto ao resultado das temáticas dos artigos que foram estudados, foi possível observar que dos 17 artigos pesquisados, 3 temáticas se destacaram por serem assuntos de maior interesse no desenvolvimento de pesquisas, sendo 6 (41%) referente a classificação dos solos, 4 (24%) tratam do assunto variação de solos em diferentes áreas e 3 (18%) abordam os efeitos das inundações sobretudo sobre a concentração de CO₂ no solo. Já os assuntos contemplados pela gênese dos solos em diferentes áreas, efeitos das mudanças no uso do solo, serrapilheira e solos afetados pelo sal foram menos abordados nos estudos desenvolvidos, sendo que cada um desses temas apresentou somente 1 artigo publicado.

Verificou-se que os descritores fragilidades e potencialidades dos solos do Pantanal não foram identificados nas duas bases pesquisadas (SCIELO e Web of Science). Entretanto, é notável que essa temática se caracteriza como um estudo de grande importância na dinâmica dos solos e seu uso de forma sustentável. Evidenciando desta forma a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que explorem o assunto.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A.; ALMEIDA, J. A.; GATIBONI, L. C.; ROVEDDER, A. P.; COSTA, F. S.. Fragilidade de solos: uma análise conceitual, ocorrência e importância agrícola para o Brasil. In: CASTRO, S. S.; HERNANI, L. C.. **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. 23 ed. Brasília: Embrapa, 2015. p.25-50.

ANDRADE, G. R. P.; FURQUIM, S. A. C.; NASCIMENTO, T. T. V.; BRITO, A. C.; CAMARGO, G. R.; SOUZA, G. C.. Transformation of clay minerals in salt-affected soils, Pantanal wetland, Brazil. **Geoderma**, v.371, p.1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114380>

BARBIERO, L.; BERGER, G.; REZENDE FILHO, A. T.; MEUNIER, J. F.; SILVA, E. R. M.; FURIAN, S.. Organic control of dioctahedral and trioctahedral clay formation in an alkaline soil system in the Pantanal Wetland of Nhecolândia, Brazil. **PLoS ONE**, v.11, n.7, p.1-23, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0159972>

BEIRIGO, R. M.; TORRADO, P. V.; STAPE, J. L.; ANDRADE, G. R. P.. **Solos da Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal**. Rio de Janeiro: SESC, 2010.

BRUM, B. R.; D'ÁVILA R. S.; SGUAREZI, S. B.; SANTOS FILHO, M.; IGNÁCIO, A. R. A.. Temporal analysis of the use of birds, as environmental sentinels in the monitoring of contamination by pesticides. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, p.1-26, 2020.

CARDOSO, E. L.; SANTOS, S. A.; URBANETZ, C.; CARVALHO FILHO, A.; NAIME, U. J.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.. Relação entre solos e unidades de paisagem no ecossistema Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9,

p.1231-1240, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900023>

COLMAN, C. B.; OLIVEIRA, P. T. S.; ALMAGRO, A.; SOARES FILHO, B. S.; RODRIGUES, D. B. B.. Effects of Climate and Land-Cover Changes on Soil Erosion in Brazilian Pantanal. **Sustainability**, v.11, 7053, 2019. DOI: <http://doi.org/10.3390/su11247053>

CORINGA, E. A. O.; COUTO, E. G.; PEREZ, X. L. O.; TORRADO, P. V.. Geoquímica de solos do Pantanal Norte Mato Grosso. **Acta Amazônica**, v.42, p.19-28, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000100003>

CORINGA, E. A. O.; COUTO, E. G.; TORRADO, P. V.. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1784-1793, 2014.

FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M.; SOARES, M. T. S.; PELLEGRIN, L. A.; LIMA, I. B. T.. **Atualização do mapa de solos da planície pantaneira para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Comunicado Técnico, 61, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 1ª edição, 1ª impressão (Formato digital). Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007.

HARRIS, M. B.; TOMAS, W.; MOURÃO, G.; SILVA, C. J.; GUIMARÃES, E.; SONODA, F.; FACHIM, E.. Safeguarding the Pantanal Wetlands: Threats and conservation initiatives. **Conservation Biology**, v.19, n.3, p.714-720, 2005.

LATHUILLIÈRE, M. J.; PINTO JUNIOR, O. B.; JOHNSON, M. S.; JASSAL R. S.; DALMAGRO, H. J.; LEITE, N. K.; SPERATTI A. B.;

KRAMPE, D.; COUTO, E. G.. Soil CO₂ concentrations and efflux dynamics of a tree island. in the Pantanal wetland. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, v.122, p.2154–2169, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1002/2017JG003877>

LUCENA, I. C.; AMORIM, R. S. S.; LOBO, F. A.; BALDONI, R. N.; MATOS, D. M. S.. Spatial heterogeneity of soils of the Cerrado-Pantanal ecotone. *Revista Ciência Agronômica*, v.45, n.4, p.673-682, 2014.

MELLO, J. M.; COUTO, E. G.; AMORIM, R. S. S.; CHIG, L. A.; JOHNSON, M. S.; LOBO, F. A.. Dinâmica dos atributos físico-químicos e variação sazonal dos estoques de carbono no solo em diferentes fitofisionomias do Pantanal Norte Mato-Grossense. *Revista Árvore*, v.39, n.2, p.325-336, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000200012>

MESSIAS, I. A. M.; COUTO, E. G.; AMORIM, R. S. S.; JOHNSON, M. S.; PINTO JUNIOR, O. B.. Monitoramento contínuo do potencial redox e de variáveis complementares em ambiente hipersazonal no Pantanal Norte. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37 p.632-639, 2013.

NASCIMENTO, A. F.; FURQUIM, S.A.C.; COUTO, E. G.; BEIRIGO, R. M.; JUNIOR, J. C. O.; CAMARGO, P. B.; TORRADO, P. V.. Genesis of Textural Contrasts in Subsurface soil Horizons in the Northern Pantanal-Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p.1113-1127, 2013.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; CHIAPINI, M.; NASCIMENTO, A. F.; COUTO, E. G.; BEIRIGO, R. M.; TORRADO, P. V.. Genesis and Classification of Sodic Soils in the Northern Pantanal. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.41, p.1-19, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20170015>

OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; FURQUIM, S. A. C.; NASCIMENTO, A. F.; BEIRIGO, R. M.; BARBIERO, L.; VALLES, V.; COUTO, E. G.; VIDAL-TORRADO, P.. Salt-affected soils on elevated landforms of an alluvial megafan, northern Pantanal, Brazil. *Catena*, v.171, p.819-830, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.09.041>

PAVÃO, L. L.; SANCHES, L.; PINTO JÚNIOR, O. B.; SPOLADOR, J.. The influence of litter on soil hydro-physical characteristics in an area of Acuri palm in the Brazilian Pantanal. *Ecology & Hydrobiology*, v.247, p.1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eco-hyd.2019.04.004>

PEREIRA, G.; CHAVEZ, E. S.; SILVA, M. E. S.. Estudo das Unidades de Paisagem do Bioma do Pantanal. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v.7, n.1, p.89-103, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.826>

SANTOS, F. A. S.; MARIANO, R. S. R.; PIERANGELI, M. A. P.; SOUZA, C. A.; BAMPI, A. C.. Atributos químicos e físicos de solos das margens do Rio Paraguai. *Ami-Água*, v.8, n.1, p.239-249, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1009>

SCHIAVO, J. A.; NETO, A. H.; PEREIRA, M. G.; ROSSET, J. S.; SECRETI, M. L.; PESSEDA, L. C. R.. Characterization and classification of soils in the Taquari river basin - Pantanal region, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, n.3, p.697-708, 2012.

SKORUPA, A. L. A.; GUILHERME, L. R. G.; CURI, N.; SILVA, C. P. C.; SCOLFORO, J. R. S.; MARQUES, J. J. G. S. M.. Propriedades de solos sob vegetação nativa em Minas Gerais: distribuição por fitofisionomia, hidrografia e variabilidade espacial. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, n.1, p.11-22, 2012.

SOMMER, M.. Influence of soil pattern on matter transport in and from terrestrial biogeosystems: a new concept for landscape pedology. *Geoderma*, v.133, n.1-2, p.107-123, 2006.

VOURLITIS, G. L.; HENTZ, C. S.; PINTO JÚNIOR, O. B.; CARNEIRO, E.; NOGUEIRA, J. S.. Soil N, P, and C dynamics of upland and seasonally flooded forests of the Brazilian Pantanal. *Global Ecology and Conservation*, v.12, p.227-240, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.11.004>

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