



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

CLARA GRAZYELLE HONORATO ALBUQUERQUE TORRES

MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO EM PLANTIOS COMERCIAIS DE
MADEIRA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA DA LITERATURA

RIO LARGO – AL

2025

CLARA GRAZYELLE HONORATO ALBUQUERQUE TORRES

**MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO EM PLANTIOS COMERCIAIS DE
MADEIRA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
apresentado à Universidade Federal de Alagoas
– UFAL, *Campus* de Engenharias e Ciências
Agrárias - CECA, como pré-requisito para
obtenção do grau de Bacharel Engenheiro
Florestal.

Orientador(a): Prof. Dr. Abel Washington de
Albuquerque

RIO LARGO – AL

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

T693m Torres, Clara Grazyelle Honorato Albuquerque.

Manejo e conservação do solo em plantios comerciais de madeira no estado de Mato Grosso do Sul: uma revisão integrativa da literatura. / Clara Grazyelle Honorato Albuquerque Torres. – 2025.

30 f.: il.

Orientadora: Abel Washington de Albuquerque.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Graduação em Engenharia Florestal, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Silvicultura. 2. Mato Grosso do Sul. 3. Conservação do solo. 4. Tráfego controlado. 5. Resíduos de colheita. 6. Preparo do solo. I. Título.

CDU: 630(817.1)

FOLHA DE APROVAÇÃO

CLARA GRAZYELLE HONORATO ALBUQUERQUE TORRES

**“MANEJO DO SOLO EM PLANTIOS COMERCIAIS DE MADEIRA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA”**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado à Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel(a) Engenheiro(a) Florestal.

Data de Aprovação: 18/09/2025

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
ABEL WASHINGTON DE ALBUQUERQUE
Data: 18/09/2025 16:45:15-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Orientador/a)



Documento assinado digitalmente
LEILA DE PAULA REZENDE
Data: 18/09/2025 16:39:43-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Leila de Paula Rezende (CECA UFAL)



Documento assinado digitalmente
MARILIA ALVES GRUGIKI
Data: 18/09/2025 16:51:00-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Marília Alves Grugiki (CECA UFAL)

RIO LARGO – AL

2025

Dedico este trabalho, primeiramente, ao Orixá, por me conceder força e proteção ao longo desta caminhada. À minha mãe e à irmã Camila, pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim. À minha amiga Flávia, por ser luz em meio ao caos e estar ao meu lado nos momentos desafiadores. E, por fim, aos professores Abel Washington e Leila Rezende, pela paciência, dedicação e por não desistirem de me orientar até a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, ao Prof. Dr. Abel Washington e à Profa. Dra. Maria Cícera de Albuquerque, pela orientação dedicada, marcada pela paciência, resiliência e incentivo constante ao longo da elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Estendo minha gratidão ao corpo docente do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Alagoas, pelos valiosos ensinamentos que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal.

Aos engenheiros florestais Dra. Marina Rates, Me. Laio Sobrinho e Flávia Santos, agradeço pelo apoio técnico, pelas contribuições relevantes e pela confiança depositada em minha capacidade de desenvolver este trabalho.

Registro, ainda, meu sincero agradecimento ao meu antigo gestor e amigo, Felipe Turrini, pela compreensão e pela flexibilidade que me permitiram conciliar minhas atividades de estágio em manutenção com a reta final da graduação.

Por fim, expresso minha eterna gratidão aos meus pais e à minha irmã Camila, que sempre estiveram ao meu lado, incentivando-me a buscar mais, acreditar em mim e nunca desistir dos meus objetivos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 METODOLOGIA.....	8
2.1 Desenho da revisão e questão de pesquisa.....	8
2.2 Fontes de informação e bases pesquisadas.....	8
2.3 Estratégia de busca.....	8
2.4 Critérios de elegibilidade	9
2.5 Limitações	9
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 Solos do Mato Grosso do Sul	10
3.2 Histórico e expansão da silvicultura no estado do Mato Grosso do Sul	11
3.3 Solos utilizados na silvicultura em Mato Grosso do Sul	13
3.4 Práticas de Manejo e Conservação	17
3.4.1 Métodos de preparo do solo	18
3.4.2 Subsolagem localizada e diagnóstico de impedâncias	18
3.4.3 Preparo restrito à linha e ordenamento de tráfego.....	18
3.4.4 Adubação de base e posicionamento no preparo	19
3.4.5 Conservação do solo e da água no preparo.....	19
3.4.6 Carbono do solo e serviços ecossistêmicos como condicionantes do preparo	19
3.5 Manejo de resíduos vegetais	20
3.6 Síntese operacional para os sítios de MS	22
3.7 Considerações Finais	22
4 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS	23

MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO EM PLANTIOS COMERCIAIS DE MADEIRA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Clara Grazyelle Honorato Albuquerque Torres

RESUMO: Esta revisão integrativa aborda o manejo e a conservação do solo em plantações de madeira comercial, com ênfase nas condições edafoclimáticas e operacionais do Mato Grosso do Sul (MS). Foram consultadas bases científicas e literatura cinzenta para identificar práticas de preparo do solo, tráfego/colheita e manejo de resíduos capazes de reduzir compactação, erosão e perdas hidrológicas, mantendo a produtividade florestal. Os estudos convergem para estratégias de baixa perturbação, com preparo restrito à linha e subsolagem localizada quando indicada por diagnóstico físico; controle de tráfego com trilhas permanentes, planejamento de operações por umidade do solo e, quando possível, sistemas de colheita que reduzam passadas; e manutenção de serapilheira e resíduos como cobertura protetora. Solos arenosos e áreas de vertente demandam proteção adicional, incluindo faixas de preservação e exclusão operacional em períodos chuvosos. A síntese destaca indicadores práticos para o acompanhamento (resistência à penetração, densidade do solo, macroporosidade e infiltração) e aponta lacunas sobre trajetórias de recuperação pós-compactação e limiares de cobertura por resíduos em ambientes arenosos. Conclui-se que um arranjo operacional baseado em baixos distúrbios, cobertura superficial contínua e tráfego controlado reduz riscos físico-hidrológicos e sustenta a produtividade em MS, desde que orientado por diagnóstico de sítio e monitoramento periódico.

Palavras-chave: Silvicultura; preparo do solo; subsolagem localizada; tráfego controlado; resíduos de colheita; conservação do solo; Mato Grosso do Sul.

ABSTRACT: This integrative review synthesizes evidence on soil management and conservation in commercial wood plantations, focusing on the edaphoclimatic and operational context of Mato Grosso do Sul (MS), Brazil. Scientific databases and gray literature were screened to identify site preparation, traffic/harvesting, and residue management practices that mitigate compaction, erosion, and hydrological losses while sustaining stand productivity. Evidence supports low-disturbance approaches, including row-restricted preparation and localized subsoiling when warranted by physical diagnosis; traffic control via permanent skid trails, moisture-aware scheduling, and, where feasible, harvesting systems that reduce machine passes; and continuous surface protection through litter and harvest residue retention. Sandy soil and slope positions require additional safeguards, such as buffer strips and operational exclusion during rainy periods. The review emphasizes practical monitoring indicators (cone penetration resistance, bulk density, macroporosity, and infiltration) and identifies gaps on post-compaction recovery trajectories and residue-cover thresholds for sandy environments. Overall, a site-diagnosis-driven operational design combining low disturbance, continuous surface cover, and controlled traffic lowers physical-hydrological risks and sustains productivity in MS when paired with systematic field monitoring.

Keywords: Forestry; soil tillage; localized subsoiling; controlled traffic; harvest residues; soil conservation; Mato Grosso do Sul.

1 INTRODUÇÃO

O manejo e a conservação do solo configuram-se como um dos pilares fundamentais para a sustentabilidade da produção agrícola e florestal (Dos Reis *et al.*, 2021), especialmente em regiões com intensa pressão sobre os recursos naturais, como o Estado de Mato Grosso do Sul (Barbosa, 2024). Nesse contexto, o cultivo de eucalipto ocupa posição de destaque pela elevada produtividade e relevância econômica no Mato Grosso do Sul (Florindo, 2017). Contudo, a expansão das plantações florestais comerciais nesse estado também impõe sérios desafios, como a compactação do solo, a erosão hídrica e a perda de fertilidade, que comprometem os serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação hídrica, a ciclagem de nutrientes e a manutenção da biodiversidade (Cândido *et al.*, 2014).

Pesquisas indicam que a erosão hídrica pós-plantio é um problema recorrente nos sistemas florestais da região, especialmente em áreas com relevo acidentado e solos com baixa coesão estrutural, resultando em perdas significativas de solo e matéria orgânica (Cândido *et al.*, 2014). Essas alterações afetam diretamente a qualidade do solo e, por consequência, o desenvolvimento e a produtividade das espécies florestais implantadas.

As operações silviculturais, como o preparo do solo, a colheita mecanizada e o manejo de resíduos, exercem impacto direto nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Paes *et al.*, 2013). Quando mal conduzidas, essas práticas podem provocar degradação severa da estrutura edáfica, acentuando processos erosivos e limitando o crescimento radicular das árvores (Alves; Campos; Silva, 2024). Por outro lado, a adoção de práticas conservacionistas como o cultivo mínimo, a cobertura permanente do solo e o tráfego controlado de máquinas, tem se mostrado eficaz na preservação dos atributos edáficos e na promoção da sustentabilidade florestal (Martins *et al.*, 2010; Reichert; Suzuki; Reinert *et al.*, 2007; Assunção, 2024).

Os trabalhos demonstram que o manejo inadequado contribui para a compactação superficial, reduzindo a infiltração de água, a porosidade e, consequentemente, o crescimento das raízes (Silva, 2000; Demboski, 2022). A compreensão das particularidades dos solos do Mato Grosso do Sul, aliada à aplicação de técnicas de manejo específicas, é indispensável para mitigar os impactos negativos da silvicultura intensiva. A revisão integrativa da literatura surge, nesse contexto, como ferramenta metodológica robusta para consolidar conhecimentos, identificar lacunas e propor práticas baseadas em evidências, promovendo avanços técnicos na silvicultura sustentável (Botelho *et al.*, 2011; Nascimento *et al.*, 2018).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo geral analisar as principais práticas de manejo e conservação do solo aplicadas à produção de madeira comercial no Estado de Mato

Grosso do Sul, por meio de uma revisão integrativa da literatura científica. Busca-se avaliar como técnicas, como o cultivo mínimo, o manejo de resíduos florestais e a colheita mecanizada afetam os atributos do solo e, por conseguinte, a sustentabilidade dos sistemas silviculturais. Espera-se, assim, contribuir para o aprimoramento das estratégias de manejo florestal, oferecendo subsídios técnicos para pesquisadores, profissionais e gestores públicos e privados do setor.

2 METODOLOGIA

2.1 Desenho da revisão e questão de pesquisa

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, conduzida para sintetizar evidências sobre manejo e conservação do solo em plantações comerciais de madeira (principalmente eucalipto) no Estado de Mato Grosso do Sul (MS). A pergunta norteadora foi: *quais práticas de preparo, tráfego/colheita e manejo de resíduos minimizam a degradação física e hidrológica do solo e sustentam a produtividade florestal nas condições edafoclimáticas de MS?* A condução e o relato seguiram as recomendações do PRISMA para revisões (quando aplicáveis ao desenho integrativo).

2.2 Fontes de informação e bases pesquisadas

Foram consultadas bases indexadas e repositórios institucionais, além de literatura setorial e normativa, a saber: SciELO, Scopus, Web of Science, Google Scholar, repositórios de teses e dissertações (UFV, USP/ESALQ, UFRGS, UFAL, entre outros) e fontes governamentais/setoriais (IBÁ, ABTCP, SEMAGRO, GOV/MS, IBGE, empresas do setor). Essa estratégia visou abarcar o espectro de evidências acadêmicas e cinzentas (relatórios técnicos e documentos institucionais) relevantes à realidade operacional do setor florestal em MS.

2.3 Estratégia de busca

A busca combinou descritores em português e inglês com operadores booleanos e truncamentos. Exemplos de cadeias utilizadas (ajustadas por base):

- (*eucalipto OR eucalyptus*) AND (“*preparo do solo*” OR *till* OR *subsoil** OR *rip**) AND (MS OR “Mato Grosso do Sul” OR Cerrado)*
- (“*resíduos de colheita*” OR “*serapilheira*” OR *harvest residu* OR *slash*) AND (*eros** OR “*perda de solo*” OR *compact** OR *infiltration*)*
- (*Neossolo Quartzarênico OR Quartzipsamment OR Argissolo OR Ultisol**) AND (*silvicultura OR forestry*) AND (*manejo OR management*)*

O período-alvo contemplou publicações de 1998 a 2025, abrangendo tanto o histórico do tema quanto a expansão florestal recente em MS. Não houve restrição de idioma para português e inglês.

2.4 Critérios de elegibilidade

Inclusão

1. Estudos conduzidos em MS ou em condições análogas de Cerrado/solos arenosos aplicáveis ao estado;
2. Revisões/sínteses com dados sobre: *preparo do solo* (p. ex., *subsolagem localizada*, *preparo restrito à linha*), *tráfego/colheita* (CTL vs. TL, *ordenamento de tráfego*), *manejo de resíduos/serapilheira*, *erosão hídrica*, *compactação*, *infiltração*, *RP*, *densidade/porosidade*, *carbono do solo* e *produtividade*;
3. Documentos técnicos setoriais e fontes oficiais com dados e diretrizes diretamente aplicáveis (zoneamento, estatísticas setoriais, protocolos operacionais).

Exclusão

- a) Estudos exclusivamente de laboratório/vasos sem vinculação clara ao campo;
- b) Trabalhos fora do escopo florestal (ex.: culturas anuais) sem atividade para silvicultura;
- c) Textos opinativos sem base metodológica verificável.

2.5 Limitações

As principais limitações foram: (a) heterogeneidade de delineamentos, métricas e escalas, que reduz a comparabilidade direta e inviabiliza meta-análise; (b) disponibilidade

desigual de estudos focalizados em MS (algumas inferências apoiam-se em condições análogas do Cerrado/solos arenosos); e (c) uso de literatura cinzenta¹, necessária para capturar protocolos e dados operacionais, porém sujeita a variação de rigor metodológico. Essas limitações foram mitigadas por critérios de elegibilidade claros, avaliação crítica e triangulação das evidências.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Solos do Mato Grosso do Sul

O Estado de Mato Grosso do Sul apresenta notável diversidade pedológica (Figura 1), o que reflete os contrastes entre as áreas de planície pantaneira, os planaltos do Cerrado e as faixas de transição com o bioma Mata Atlântica (Carneiro *et al.*, 2009).

Figura 1 - Mapa de solos Mato Grosso do Sul.



Fonte: Seplan (2023).

¹ Segundo Botelho e Oliveira (2015), a literatura cinzenta é composta por documentos técnicos e científicos que não são publicados em canais tradicionais ou comerciais, o que os impede de passar por um processo formal de revisão por pares. Teses, dissertações, relatórios, anais de congressos e normas técnicas são exemplos desse tipo de literatura. Sua circulação é restrita e a tiragem é limitada, dificultando sua localização e recuperação. No entanto, esses documentos são valiosos por conterem informações detalhadas, inéditas e altamente atualizadas, que muitas vezes não são encontradas na literatura convencional.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 2018), os principais grupos de solos encontrados no estado incluem:

- **Latossolos:** Caracterizados por um avançado grau de intemperismo, são solos profundos e bem drenados, com estrutura granular estável. Embora possuam baixa fertilidade natural e acidez elevada, sua estabilidade física é uma característica favorável, permitindo um desenvolvimento radicular profundo.
- **Argissolos:** Distinguem-se pela presença de um horizonte B textural, com acúmulo de argila em profundidade. Essa característica pode dificultar a percolação da água e predispor à formação de camadas adensadas.
- **Neossolos Quartzarênicos:** De textura predominantemente arenosa, apresentam baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, sendo altamente suscetíveis à erosão e à degradação física.
- **Neossolos Litólicos:** Solos rasos e incipientes, formados sobre rochas, que impõem severas limitações ao uso agrícola devido à profundidade efetiva reduzida.
- **Planossolos:** Possuem um horizonte B plânico, com acúmulo abrupto de argila e má drenagem, resultando em encharcamento periódico.
- **Plintossolos:** Solos que contêm plintita (concreções de ferro), típicos de áreas sujeitas à flutuação do lençol freático.
- **Gleissolos:** Solos hidromórficos, permanentemente ou periodicamente saturados por água, comumente encontrados em áreas de várzeas.
- **Cambissolos:** Solos de desenvolvimento intermediário, com horizonte B incipiente, geralmente de média a baixa fertilidade.
- **Nitossolos:** Solos argilosos com estrutura bem desenvolvida, elevada coesão e fertilidade natural moderada, mas encontrados em porções restritas do estado.
- **Vertissolos:** Solos argilosos de alta atividade de argila 2:1, que apresentam fendas de retração no período seco e grande variação volumétrica, o que limita a mecanização.

3.2 Histórico e expansão da silvicultura no estado do Mato Grosso do Sul

A trajetória recente da silvicultura em Mato Grosso do Sul se insere no avanço nacional das plantações florestais, impulsionado por ganhos de produtividade e eficiência, além de compromissos ambientais assumidos pelo país que estimularam a expansão e a restauração

florestal (De Paula *et al.*, 2018; Afonso; Miller, 2021). Em escala nacional, o setor mantém grande dimensão: em 2023, o Brasil totalizou 10,23 milhões ha de florestas plantadas, sendo 7,83 milhões ha de eucalipto; MG, MS, SP, PR e SC concentraram 69% dessa área (Ibá, 2024). A literatura do setor também registra crescimento expressivo do segmento de papel e celulose nas últimas décadas, associado à instalação de grandes plantas industriais e ao aumento do volume produzido e exportado (Marques, 2015; ABTCP, 2020).

No caso de Mato Grosso do Sul, os dados setoriais indicam uma trajetória de forte expansão. A chegada dos parques industriais de papel e celulose em Três Lagoas a partir de 2009 foi seguida por nova ampliação das áreas de pinus e eucalipto de 22,5% em 2012 (ABRAF, 2013), consolidando um polo celulósico regional (Fagundes, 2017; GOV/MS, 2022a). Em 2023, o estado figurou entre os principais polos florestais do país, com 1.355.445 ha de florestas plantadas no total (1.329.132 ha de eucalipto), refletindo o adensamento observado na última década (Ibá, 2024).

O zoneamento agroclimático reforça as bases dessa expansão. O estado de MS possui áreas aptas para todas as espécies de eucalipto avaliadas. *Eucalyptus camaldulensis* apresenta a maior área de aptidão (64,5% do estado), enquanto *E. urophylla* e *E. urograndis* têm faixas similares (mais tolerantes a temperaturas elevadas e maior déficit hídrico), e *E. grandis* e *Corymbia citriodora* exibem áreas menores por exigirem temperaturas mais baixas (Correa *et al.*, 2020). Além de condições naturais (clima, topografia, água), proximidade a mercados e investimentos em infraestrutura são apontados como diferenciais competitivos regionais (Coutinho *et al.*, 2019 *apud* Correa *et al.*, 2020).

A partir de 2009, com a territorialização de grandes empresas em Três Lagoas, novas rodadas de investimentos ampliaram o complexo florestal do leste do estado (Oliveira; Neves, 2024). Destacam-se o Projeto Cerrado (Suzano), em Ribas do Rio Pardo, com aporte inicialmente anunciado de R\$ 19,3 bilhões e posteriormente revisado para R\$ 22,2 bilhões, e o Projeto Sucuriú (Arauco), em Inocência, com US\$ 3 bilhões e operação prevista para 2028 (Oliveira; Neves, 2024). O dinamismo recente também é visível em indicadores: MS abriga “os quatro maiores municípios produtores de eucalipto do Brasil” e cinco entre os dez em área de florestas plantadas. A área plantada teria avançado de 1,1 milhão ha (2022) para 1,7 milhão ha (2023), com meta de 2 milhões ha até 2030 (Oliveira; Neves, 2024).

No plano da paisagem e conservação, análises de bacia hidrográfica indicam que os locais mais suscetíveis aos processos erosivos ocorrem ao longo dos cursos d’água, nas cabeceiras de drenagem e em vertentes côncavas convergentes, áreas onde os fluxos superficiais possuem maior energia, o que reforça a necessidade de ordenamento espacial da expansão

florestal e de priorização de APPs e cabeceiras para conservação (Capoane, 2019). Em Campo Grande (BH do Córrego Guariroba), a vegetação nativa remanescente se concentra em fragmentos e faixas ripárias, enquanto plantios de eucalipto avançam sobre pastagens, formando mosaicos na paisagem; os produtos de NDVI e índices topográficos (ITU, ITPE, ITCTS/LS) foram empregados para identificar áreas sensíveis e priorizar a recuperação ambiental do manancial (Capoane, 2019).

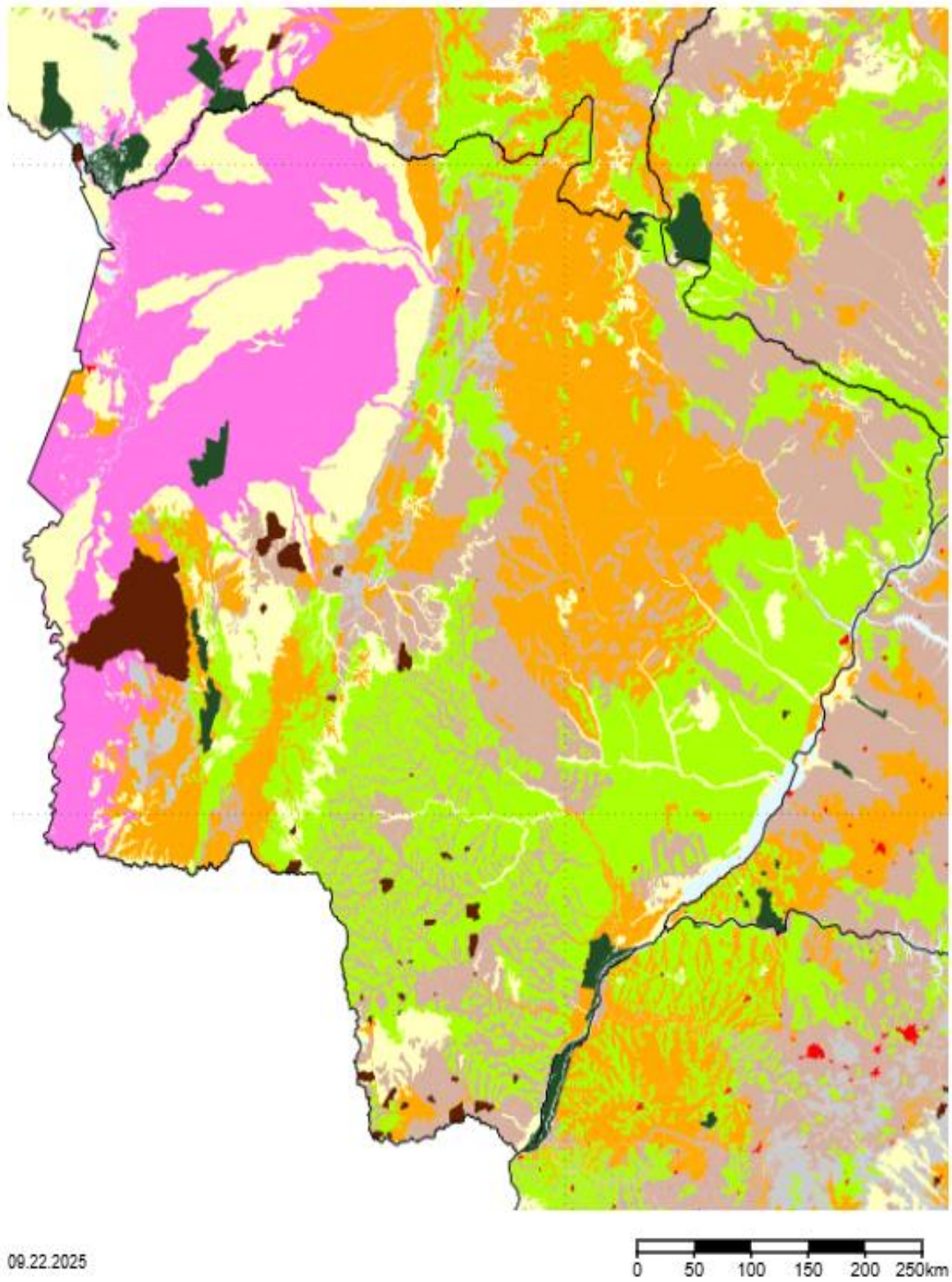
No corredor florestal de Selvíria–Três Lagoas, estimativas de tolerância de perda de solo por erosão sob eucalipto variaram de 1 a 11 t ha⁻¹ ano⁻¹, com Latossolos apresentando tolerâncias médias mais altas e Neossolos mais baixas, evidenciando a necessidade de manejo conservacionista ajustado à classe de solo (Cândido *et al.*, 2011). Esses resultados locais ajudam a ancorar diretrizes de expansão que conciliem produtividade e mitigação de riscos erosivos nas áreas de maior dinamismo florestal do estado.

Em síntese, o histórico recente em MS combina adensamento industrial, ganhos de escala e aptidão agroclimática, além de políticas e investimentos que aceleram a expansão. A consolidação do setor depende, contudo, de planejamento territorial e práticas conservacionistas orientadas por diagnósticos ambientais, sobretudo nas bacias e solos mais sensíveis, de modo a sustentar a competitividade com salvaguardas ambientais e sociais (Marques, 2015; ABTCP, 2020; Semagro, 2020; Correa *et al.*, 2020; Oliveira; Neves, 2024; Capoane, 2019; Cândido *et al.*, 2011; Ibá, 2024; Abraf, 2007).

3.3 Solos utilizados na silvicultura em Mato Grosso do Sul

Embora o estado apresente essa ampla variedade de classes de solos, a aptidão para plantações florestais comerciais restringe-se a grupos específicos que conjugam boa drenagem, profundidade efetiva e possibilidade de manejo químico e físico. A aptidão dos solos para a silvicultura comercial não é um atributo uniforme no Mato Grosso do Sul (Figura 2 e 3), mas sim um critério fundamental para a seleção de áreas de plantio (Capoane, 2019). Essa aptidão é determinada pela capacidade do solo de suportar o desenvolvimento de espécies florestais em nível comercial, a partir da conjugação de suas características físicas e químicas com as práticas de manejo adequadas (Tavares *et al.*, 2021).

Figura 2 – Mapa de Aptidão das Terras do Brasil, escala 1:500.000 [CNPS].



Fonte: Geoinfo (2025).

Figura 3 – Legenda do Mapa de Aptidão das Terras do Brasil, escala 1:500.000 [CNPS].

Mapa de aptidão agrícola das terras do Brasil, escala 1:500.000 (2a Aproximação) [CNPS]

- 1(a)bc Aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, REGULAR no nível de manejo B e RESTRITA no nível de manejo A.
- 1(ab)C Aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C e RESTRITA nos níveis de manejo A e B.
- 1(b)C Aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no nível de manejo B e INAPTA no nível de manejo A.
- 1Ab(c) Aptidão BOA para lavouras no nível de manejo A, REGULAR no nível de manejo B e RESTRITA no nível de manejo C.
- 1ABc Aptidão BOA para lavouras no nível de manejo A e REGULAR nos níveis de manejo B e C.
- 1aBc Aptidão BOA para lavouras no nível de manejo B e REGULAR nos níveis de manejo A e C.
- 1abC Aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C e REGULAR nos níveis de manejo A e B.
- 1ABC Aptidão BOA para lavouras nos níveis de manejo A e B, e REGULAR no nível de manejo C.
- 1ABC Aptidão BOA para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.
- 1aBC Aptidão BOA para lavouras nos níveis de manejo B e C, e REGULAR no nível de manejo A.
- 1C Aptidão BOA para lavouras no nível de manejo C, e INAPTA nos níveis de manejo A e B.
- 2(a)bc Aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo B e RESTRITA nos níveis de manejo A e C.
- 2(a)bc Aptidão REGULAR para lavouras nos níveis de manejo B e C, e RESTRITA no nível de manejo A.
- 2(ab)c Aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo C e RESTRITA nos níveis de manejo A e B.
- 2(b)c Aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo C, RESTRITA no nível de manejo B e INAPTA no nível de manejo A.
- 2a(b) Aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo A, RESTRITA no nível de manejo B e INAPTA no nível de manejo C.
- 2a(bc) Aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo A e RESTRITA nos níveis de manejo B e C.
- 2ab(c) Aptidão REGULAR para lavouras nos níveis de manejo A e B, e RESTRITA no nível de manejo C.
- 2abc Aptidão REGULAR para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.
- 2c Aptidão REGULAR para lavouras no nível de manejo C e INAPTA nos níveis de manejo A e B.
- 3(a) Aptidão RESTRITA para lavouras no nível de manejo A e INAPTA nos níveis de manejo B e C.
- 3(ab) Aptidão RESTRITA para lavouras nos níveis de manejo A e B, e INAPTA no nível de manejo C.
- 3(ab)c Aptidão RESTRITA para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.
- 3(b) Aptidão RESTRITA para lavouras no nível de manejo B e INAPTA nos níveis de manejo A e C.
- 3(bc) Aptidão RESTRITA para lavouras nos níveis de manejo B e C, e INAPTA no nível de manejo A.
- 3(c) Aptidão RESTRITA para lavouras no nível de manejo C e INAPTA nos níveis de manejo A e B.
- 4(p) Aptidão RESTRITA para pastagem plantada e INAPTA para lavouras.
- 4P Aptidão BOA para pastagem plantada e INAPTA para lavouras.
- 4p Aptidão REGULAR para pastagem plantada e INAPTA para lavouras.
- 5(n) Aptidão RESTRITA para pastagem natural e INAPTA para lavouras, pastagem plantada e silvicultura.
- 5(s)_(n) Aptidão RESTRITA para silvicultura e para pastagem natural, e INAPTA para lavouras e para pastagem plantada.
- 5n Aptidão REGULAR para pastagem natural e INAPTA para lavouras, pastagem plantada e silvicultura.
- 6 Terras INAPTAS para uso agrícola, indicadas para a preservação de flora e fauna.
- Terra indígena.
- Unidade de conservação federal - preservação permanente.
- Unidade de conservação estadual - preservação permanente.
- Área não desmatada.
- Corpos d'água.
- Área urbana.

Fonte: Geoinfo (2025).

Os principais tipos de solo utilizados nas plantações florestais incluem os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, os Argissolos e os Neossolos Quartzarênicos, todos com distintas limitações e potenciais de uso (Embrapa, 2018).

Os Latossolos destacam-se por sua alta profundidade, boa drenagem e estrutura granular estável, características que favorecem o crescimento radicular profundo das espécies florestais, como o eucalipto. No entanto, apresentam baixa fertilidade natural e alta acidez, exigindo intervenções como a calagem e adubações corretivas para suprir os nutrientes essenciais à produtividade florestal (Embrapa, 2018).

Os Argissolos, por sua vez, apresentam horizonte B textural com acúmulo de argila, o que pode restringir a percolação da água e dificultar o aprofundamento do sistema radicular (Chagas *et al.*, 2013; Embrapa, 2018). Essa condição demanda técnicas específicas de preparo do solo e correção física, como subsolagem, especialmente em áreas de maior declividade, para mitigar riscos de compactação superficial e escoamento superficial da água (Medeiros *et al.*, 2013).

Já os Neossolos Quartzarênicos, frequentemente encontrados em regiões de relevo suave e clima mais seco, apresentam textura arenosa, baixa capacidade de retenção de água e fertilidade extremamente reduzida (Embrapa, 2018). Em Neossolo Quartzarênico de Mineiros-GO, Sales *et al.* (2010) avaliaram a qualidade físico-hídrica sob cinco sistemas de uso: pastagem, plantio direto de soja, plantio direto de milho, integração lavoura-pecuária e cerrado nativo, evidenciando que os atributos como densidade, macro/microporosidade e condutividade hidráulica variam fortemente conforme o sistema de manejo. À luz dessas características e dos resultados comparativos entre usos, recomenda-se adotar práticas conservacionistas como a manutenção de cobertura vegetal, aporte de matéria orgânica e uso de espécies adaptadas para mitigar a degradação e processos de arenização destes solos (Sales *et al.*, 2010).

A expansão da silvicultura no Mato Grosso do Sul tem ocorrido em solos de menor aptidão agrícola, como os Neossolos Quartzarênicos, como estratégia para recuperar áreas degradadas e ampliar a base produtiva sem comprometer regiões agrícolas de alta fertilidade (Figura 2) (Capoane, 2019). No seu estudo, Capoane (2019) indica que áreas com Neossolos Quartzarênicos, típicos da Mesorregião Leste do MS (onde mais se pratica a silvicultura no estado), apresentam suscetibilidade à erosão hídrica e requerem atenção especial quanto ao uso de maquinário e práticas de conservação da estrutura do solo.

Figura 4 - Plantio em Massa, Boletim do Projeto Cerrado – Ed. 28.



Fonte: Suzano (2023)

Em síntese, a variabilidade pedológica de Mato Grosso do Sul exige manejo compatível às condições locais. A combinação de práticas conservacionistas, correções e adubações orientadas por diagnóstico, aliada a planejamento territorial, sustenta a produtividade florestal, mitiga riscos de erosão e favorece a recuperação de áreas degradadas, direcionando a expansão para ambientes de menor aptidão agrícola.

3.4 Práticas de Manejo e Conservação

A sustentabilidade e a produtividade de longo prazo na silvicultura moderna dependem da adoção de práticas de manejo que minimizem os impactos ambientais e conservem a integridade dos atributos edáficos. No Estado de Mato Grosso do Sul, onde as condições edafoclimáticas de clima tropical sazonal e a predominância de solos arenosos tornam os ecossistemas particularmente sensíveis, a gestão do sistema produtivo exige um conjunto de operações integradas, desde o preparo do solo até a colheita, que visam à manutenção da qualidade edáfica, à eficiência no uso da água e à ciclagem de nutrientes (Alvares *et al.*, 2013).

O sucesso do reestabelecimento dos povoamentos florestais está, portanto, diretamente ligado à forma como essas práticas são concebidas e executadas em harmonia com as características intrínsecas de cada sítio produtivo (Tetila *et al.*, 2020)

3.4.1 Métodos de preparo do solo

O preparo do solo para a reforma de povoamentos de eucalipto em Mato Grosso do Sul deve partir das condicionantes edafoclimáticas locais de clima Aw (tropical com inverno seco) e ampla ocorrência de Neossolos Quartzarênicos arenosos, que tornam os sítios sensíveis à desagregação superficial, à compactação e à perda de água quando o manejo não privilegia cobertura e mínima mobilização. A caracterização climática e a classificação dos solos sustentam o desenho das operações de preparo e plantio, definindo limites para o revolvimento, a necessidade de intervenções mecânicas pontuais e a proteção permanente da superfície com resíduos e serapilheira (Alvares *et al.*, 2013; Embrapa, 2018).

3.4.2 Subsolação localizada e diagnóstico de impedâncias

A decisão de subsolar deve ser precedida de diagnóstico físico em perfil, com ênfase na resistência do solo à penetração (RP) e na identificação de camadas adensadas. Evidências de Argissolo arenoso em Aquidauana (MS) mostram que, apesar de coberturas florestais sustentarem maior estabilidade de agregados na superfície, valores críticos de RP podem ocorrer abaixo de 20 cm; no eucalipto, atingiram cerca de 8,8 MPa entre 20–40 cm, patamar limitante ao aprofundamento radicular e à exploração de água e nutrientes. Nesses casos, recomenda-se a subsolação localizada, apenas na linha, suficiente para romper impedâncias sem desorganizar a estrutura superficial que a serapilheira e a MOS constroem (Serpa *et al.*, 2020).

3.4.3 Preparo restrito à linha e ordenamento de tráfego

O preparo deve ser restrito à linha de plantio, minimizando revolvimento fora de faixa e articulando-se ao desenho da colheita e da extração. O sistema cut-to-length (CTL), por reter cascas, galhos e folhas no talhão e permitir organização de tráfego (harvester/forwarder), tende a impor menor pressão e reduzir exportações de nutrientes; o sistema tree-length (TL), com tráfego mais aleatório e maior exportação de biomassa, eleva a probabilidade de compactação e demanda correções posteriores. Assim, colheita e preparo precisam ser concebidos como um

continuum para reduzir a necessidade de mobilização corretiva ampla, sobretudo em solos arenosos do leste do estado (Machado, 2014; Lopes *et al.*, 2015; Malinovski *et al.*, 2014).

3.4.4 Adubação de base e posicionamento no preparo

No reestabelecimento de plantios em Água Clara (MS), a sequência operacional corporativa incluiu controle de formigas, dessecação em área total, subsolagem com adubação de base posicionada na passada do subsolador e plantio, seguida de tratos (controle de plantas daninhas e adubação de cobertura). A adubação de base foi aplicada em profundidade: banda de NPK e enxofre elementar a aproximadamente 0,30 m e fósforo adicional a cerca de 0,60 m, estratégia compatível com solos de baixa CTC e elevada lixiviação, que visa favorecer o enraizamento e o suprimento inicial de nutrientes (protocolo operacional). Esse arranjo resume a lógica de preparar “pouco, no lugar certo e em profundidade adequada”, em vez de mobilizar amplamente (Sena, 2021).

3.4.5 Conservação do solo e da água no preparo

Métodos de preparo que preservam cobertura e controlam o escoamento superficial mantêm as perdas de solo por erosão dentro de limites de tolerância e, em alguns contextos, próximas às de sistemas naturais. Ensaios pós-plantio com eucalipto demonstram que plantio em nível/contorno, subsolagem restrita à linha e manutenção de resíduos reduzem substancialmente as perdas de solo e água, sobretudo em vertentes onde o escoamento converge e ganha energia; tais resultados suportam o planejamento do preparo com foco em proteção superficial, manejo de linhas e faixas de contenção (Pires *et al.*, 2006; Cândido *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2010; Dechen *et al.*, 2015). Além disso, a interceptação pela copa e a rugosidade conferida pela serapilheira ajudam a diminuir a energia cinética das gotas e o arraste de partículas, conectando escolhas de preparo a respostas hidrológicas favoráveis quando as práticas são bem dimensionadas ao sítio (Amorim *et al.*, 2021).

3.4.6 Carbono do solo e serviços ecossistêmicos como condicionantes do preparo

A incorporação de metas explícitas de carbono ao plano de preparo é coerente com evidências de que arranjos com mínima mobilização, manutenção de resíduos e controle do tráfego favorecem o acúmulo e a estabilidade do C orgânico, reduzem fluxos de CO₂ e sustentam produtividade no médio prazo. Em biomas do Centro-Oeste, inclusive sobre áreas

previamente degradadas, plantações de eucalipto manejadas com preparo conservacionista têm mostrado recuperação do C do solo, e no período de crescimento funcionam como sumidouros de carbono, desde que a proteção da superfície e a ciclagem via serapilheira sejam preservadas (Gatto *et al.*, 2010; Carvalho *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2008; Di Vita *et al.*, 2017; Amorim *et al.*, 2021).

3.5 Manejo de resíduos vegetais

Em sítios de textura arenosa do Centro-Oeste, como os Neossolos Quartzarênicos e Argissolos do leste de MS, o manejo de resíduos precisa ser tratado como parte estrutural do preparo. A cobertura superficial dada por folhas, galhos e casca protege o solo do impacto das gotas da chuva, dissipa a energia do tráfego de máquinas, protege a estrutura granular e retarda a desagregação. Ao mesmo tempo, alimenta a biota e fecha o ciclo de nutrientes que foram extraídos no ciclo anterior (Braída *et al.*, 2006; Machado, 2014; Jesus *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2016). Em condições arenosas, de baixa CTC, alta condutividade hidráulica e suscetibilidade à compactação por rearranjo de partículas, essa manta atua como fonte de matéria orgânica que cimenta agregados no horizonte superficial, reduz a densidade do solo e a resistência mecânica, ajudando a estabilizar a porosidade funcional (Braída *et al.*, 2006; Machado, 2014).

Do ponto de vista biogeoquímico, a serapilheira promove a ciclagem dos nutrientes. Em plantações de eucalipto, folhas costumam representar a maior fração do material depositado e decompõem-se tipicamente entre 1 a 3 anos (dependendo do sítio), sustentando fluxos de N, P, K, Ca e Mg para a camada superficial. Quando a cobertura é efetivamente mantida, o sistema devolve ao solo 60–70% do N absorvido, 35–60% do P, 55–80% do K, 40–60% do Ca e 55–70% do Mg, reduzindo tanto a exportação líquida de nutrientes quanto a necessidade de reposição imediata via adubação (Andrade; Tavares; Coutinho *et al.*, 2003; Oliveira *et al.*, 2020; Nunes *et al.*, 2012; Foelkel, 2005). Ao “trazer de volta” bases como Ca e Mg, ricas na casca, o resíduo contribui ainda para elevar a saturação por bases e amortecer a acidez na interface solo-resíduo, com reflexos na dinâmica de Al e no enraizamento superficial (Foelkel, 2005; Amorim *et al.*, 2021).

No eixo hidrológico, a manta superficial aumenta a rugosidade do terreno, reduz velocidade de escoamento e carreamento de sedimentos, e, combinada à interceptação pela copa, diminui a energia cinética que atinge o solo. Ensaios comparativos em áreas florestais indicam que, quando se combinam plantio em nível/contorno, preparo restrito à linha e

manutenção de resíduos, as perdas de solo e água ficam bem abaixo das observadas em preparo convencional, frequentemente próximas às de referência sob vegetação nativa (Pires *et al.*, 2006; Cândido *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2010; Dechen *et al.*, 2015). Esse conjunto de evidências explica por que, em regiões suscetíveis à erosão em vertentes côncavas e em cabeceiras, a simples manutenção de cobertura após a colheita costuma produzir ganhos desproporcionais frente ao custo operacional envolvido (Amorim *et al.*, 2021).

Os efeitos biológicos acompanham as melhorias físicas e hidrológicas. Estudos indicam que a remoção total de resíduos provoca quedas acentuadas na biomassa microbiana e na respiração do solo, além de reduzir a matéria orgânica no estrato 0–0,05 m. Esses colapsos do “motor biológico” reverberam em menor produtividade de madeira na rotação seguinte (Rocha *et al.*, 2018). Em termos dendrométricos, a supressão da cobertura resulta em perdas de altura, DAP e volume individual, evidenciando o papel indireto, porém decisivo, da manta no sucesso do reestabelecimento (São José *et al.*, 2020). Em sítios arenosos de MS, onde a estrutura superficial é mais facilmente degradável, esses efeitos negativos tendem a ser intensificados, justificando a diretriz de não remover completamente o resíduo na reforma (Amorim *et al.*, 2021).

A forma de colher condiciona o que é possível manter. O sistema cut-to-length (CTL), ao deixar casca, folhas e galhos no talhão e organizar o tráfego com harvester/forwarder, costuma minimizar exportação de nutrientes e conter a compactação fora da linha de extração; já o tree-length (TL), além de exportar mais biomassa, introduz tráfego aleatório e aumenta o risco de compactação localizada, impondo maior demanda de correção no preparo subsequente (Machado, 2014; Lopes *et al.*, 2015; Malinovski *et al.*, 2014). Na prática, planejar colheita e preparo como um *continuum* tem sido a forma mais eficiente de maximizar retenção de resíduo onde ele faz mais diferença (entrelinhas e linhas) e minimizar a necessidade de mobilização corretiva em área total (Amorim *et al.*, 2021; Sena, 2021).

A dimensão espacial do manejo da manta importa tanto quanto o “quanto” de resíduo fica. Em Argissolo arenoso de Aquidauana (MS), comparações entre Cerrado nativo, Cerrado em regeneração, eucalipto e cana mostram que o eucalipto bem manejado mantém estabilidade de agregados superficiais (DMP/DMG) próxima à de coberturas nativas, enquanto o preparo convencional da cana (arações/gradagens) derruba a estabilidade em todas as profundidades avaliadas. Ao mesmo tempo, medições de resistência à penetração revelaram impedâncias críticas abaixo de 20 cm em todas as coberturas, com ~8,8 MPa em 20–40 cm sob eucalipto, valor limitante ao aprofundamento do sistema radicular. Esses resultados sugerem que a retenção de resíduos deve ser articulada a subsolagens localizadas apenas onde diagnósticos

apontarem camadas adensadas, preservando a estrutura superficial que a manta ajuda a construir (Serpa *et al.*, 2020).

Do ponto de vista nutricional e de carbono, o resíduo é um investimento: além de reduzir a exportação na colheita, ele ancora a reconstrução do C orgânico e, ao proteger a superfície, baixa os fluxos de CO₂ associados à mineralização acelerada pós-mobilização. Em biomas do Centro-Oeste, plantações manejadas com preparo mínimo e retenção de serapilheira mostram recuperação do C do solo em áreas anteriormente degradadas, e, no período de crescimento, atuam como sumidouros líquidos, desde que a cobertura seja preservada e o tráfego, ordenado (Gatto *et al.*, 2010; Carvalho *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2008; Di Vita *et al.*, 2017; Amorim *et al.*, 2021). Essa perspectiva conecta o manejo de resíduos a metas de serviços ecossistêmicos, conservação de solo e água, ciclagem eficiente e mitigação climática, que hoje compõem os indicadores de desempenho de empreendimentos florestais.

3.6 Síntese operacional para os sítios de MS

Para as condições de Mato Grosso do Sul, o preparo deve ser concebido como um conjunto de decisões integradas: diagnóstico físico-hidrológico em perfil (com medição de RP e identificação de camadas adensadas), manutenção de resíduos e serapilheira como regra, subsolagem apenas onde a impedância for comprovada e restrita à linha, adubação de base posicionada na passada do subsolador em profundidades compatíveis com o enraizamento inicial, ordenamento de tráfego e articulação com sistemas de colheita que preservem cobertura e minimizem o pisoteio fora de faixa. Ao ancorar essas escolhas na evidência disponível para solos arenosos e ambientes de Cerrado do estado, mantêm-se perdas de solo abaixo de limites de tolerância, assegura-se continuidade radicular, conserva-se água e nutrientes e constroem-se estoques de carbono no solo compatíveis com uma trajetória produtiva sustentável (Sena, 2021; Serpa *et al.*, 2020; Amorim *et al.*, 2021).

3.7 Considerações Finais

A literatura analisada indica que a combinação de três frentes operacionais — (i) preparo de baixo distúrbio com subsolagem localizada quando tecnicamente indicada, (ii) tráfego controlado e planejado por umidade do solo e (iii) manutenção de serapilheira e resíduos na superfície — reduzem a compactação, limitam a erosão e melhoram a infiltração, sustentando o crescimento florestal nas condições de MS. Esse arranjo deve ser balizado por diagnóstico de

sítio (classe de solo, posição na vertente, regime de chuvas) e por metas de desempenho físico-hidrológico acompanhadas em campo.

Em solos com índices de areia e em áreas de maior declividade, a proteção precisa ser intensificada com faixas de preservação, trilhas permanentes bem-posicionadas e janelas operacionais que evitem intervenções sob alta umidade. Indicadores como resistência à penetração, densidade do solo, macroporosidade e taxa de infiltração oferecem parâmetros objetivos para tomada de decisão e correções operacionais.

4 CONCLUSÃO

Recomenda-se, portanto, a adoção de protocolos de monitoramento padronizados no nível de talhão, integrando métricas físico-hidrológicas e produtivas, e o registro sistemático de decisões operacionais (calendário, umidade do solo, número de passadas).

Em síntese, práticas de baixo distúrbio, cobertura superficial contínua e tráfego controlado, orientadas por diagnóstico de sítio e por monitoramento periódico, formam a base de um manejo conservacionista robusto para as plantações de madeira comercial em Mato Grosso do Sul.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, R.; MILLER, D. C. Forest plantations and local economic development: Evidence from Minas Gerais, Brazil. **Forest Policy and Economics**, v. 133, p. 102-618, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102618>. Acesso em: 28 ago. 2025.
- ALVARES, C. A. *et al.* Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart**, v. 22, p. 711-728, 2013.
- ALVEZ, C.; CAMPOS, T. S.; SILVA, D. V. Práticas edáficas, vegetativas e mecânicas para controle de erosão. **Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro**, v. 2, n. 1, p. 1-20, 2024.
- AMORIM, V. D. S. S. *et al.* Os benefícios ambientais do plantio de eucalipto: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e318101119604-e318101119604, 2021.
- ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. L.; COUTINHO, H. L. C. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe agropecuário**, v. 24, n. 220, p. 55-63, 2003.

ABTCP. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL (ABTCP). **O setor**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.abtcp.org.br/quem-somos/osetor/o-setor>. Acessado em: 28 ago. 2025.

ABRAF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico ABRAF 2011**. 2011. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/estatisticas/anuario-ABRAF11-BR.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2025.

ASSUNÇÃO, S. J. R. **Manejo do solo e adubos verdes como tecnologias sustentáveis para a produção agrícola**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Sergipe, 2024.

ABPFP. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico ABRAF 2013**. 2013. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/estatisticas/anuario-ABRAF13-BR.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2025.

BARBOSA, G. C. **Qualidade do manejo do solo e qualidade ambiental em propriedades agrícolas do estado do Mato Grosso do Sul**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2024. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/34750/1/qualidadesoloambientalagricolasmatogrossodosul.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2025.

BERTOL, I.; MARIA, I. C. DE; SOUZA, L. DA S. **Manejo e conservação do solo e da água**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019.

BOTELHO, R. G.; OLIVEIRA, C. D. C. D. Literaturas branca e cinzenta: uma revisão conceitual. **Ciência da Informação**, v. 44, n. 3, p. 501-513, 2015.

BRAIDA, J. A. *et al.* Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 605-14, 2006.

CÂNDIDO, B. M. *et al.* Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na bacia do rio Paraná, no leste do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p. 1565-1575, 2014.

CÂNDIDO, B. M. *et al.* Tolerância de perda de solo por erosão hídrica para solos sob plantio florestal de eucalipto no Mato Grosso do Sul. *In: XXXIII Congresso brasileiro de ciência do solo, Anais...* 2015.

CAPOANE, V. Susceptibilidade a erosão na bacia hidrográfica do córrego Guariroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Acta Brasiliensis**, v. 3, n. 2, 49-55, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22571/2526-4338180>. Acesso em: 26 ago. 2025.

CAPOANE, V. Susceptibilidade à erosão na bacia hidrográfica do córrego Guariroba, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Acta Brasiliensis**, Campina Grande, v. 3, n. 2, p. 49-55, 2019. Disponível em:

<http://www.revistas.ufcg.edu.br/actabtra/index.php/actabtra/article/view/180/63>. Acesso em: 26 ago. 2025.

CARNEIRO, M. A. C. *et al.* Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 147–157, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000100016>. Acesso em: 26 jul. 2025.

CARVALHO, J. L. N. *et al.* Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 34, p. 277-290, 2010.

CHAGAS, C. S. *et al.* Atributos topográficos na diferenciação de Argissolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, p. 1441–1453, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000600002>. Acesso em: 26 ago. 2025.

CORREA, H. C. R. *et al.* Zoneamento agroclimático para espécies do gênero *Eucalyptus* no estado do Mato Grosso do Sul. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10741>. Acesso em: 26 ago. 2025.

DEMBOSKI, D. M. *et al.* **Avaliação dos parâmetros físico-hídricos do solo após uso de descompactador como inovação tecnológica no manejo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomi). Instituto Federal Rio Grande do Sul. 2022.

DE PAULA, R. N. Um fruto chamado produtividade. Produtividade do eucalipto no cerrado de Minas Gerais. **Revista Opiniões** [online]. Disponível em: <https://florestal.revistaopinioes.com.br/en/revista/leitura/online/um-fruto-chamado-produtividade/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

DECHEN, S. C. F. *et al.* Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. **Bragantia**, v. 74, p. 224-233, 2015.

DI VITA, G. *et al.* A review of the role of vegetal ecosystems in CO₂ capture. **Sustainability**, v. 9, n. 10, p. 1840, 2017.

DOS REIS, L. H. B. *et al.* Sustentabilidade agrícola e saúde do solo. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 5, p. 1-13, 2021.

FAGUNDES, M. B. B. *et al.* Desenvolvimento econômico do estado de Mato Grosso do Sul: uma análise da composição da balança comercial. **Desenvolvimento em questão**, v. 15, n. 39, p. 112-140, 2017.

FERREIRA G. W. D. *et al.* Nutrient release from decomposing *Eucalyptus* harvest residues following simulated management practices in multiple sites in Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 370, p. 1-11, 2016.

FLORINDO, G. I. B. M. **Otimização do uso da terra com sistemas produtivos florestais no Estado de Mato Grosso do Sul: uma análise multicritério baseada no desempenho ambiental e econômico**. 2017. Tese (Doutorado em Agronegócios) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Porto Alegre, 2017.

Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/233226/001128525.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2025.

FOELKEL, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: Aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. **Eucalyptus Newsletter**, v. 2, 2005.

GATTO, A. *et al.* Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1069-1079, 2010.

GOTARDO, R. *et al.* Características químicas e físicas de um Cambissolo Háplico do Bioma Mata Atlântica sob diferentes usos de solo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 3, p. 1039-1066, 2020.

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL (GOV/MS). 5ª fábrica de celulose em MS é de grupo chileno e terá R\$ 15 bi em investimento. **Portal do Governo de Mato Grosso do Sul**. 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ms.gov.br/quinta-fabrica-de-celulose-do-ms-e-de-grupo-chileno-e-tera-r-15-bilhoes-de-investimentos/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

HOLANDA, A. C. *et al.* Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de Caatinga na Paraíba. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 245-254, 2015.

IBA. INSTITUTO BRASILEIRO DE ARVORES. **Relatório anual 2024**. Disponível em: <https://iba.org/relatorio2024.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2025.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da Produção Agrícola. Brasília**. 2020. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2020_jan.pdf. Acesso em: 28 ago. 2025.

JESUS, G. L. D. *et al.* Produtividade do eucalipto, atributos físicos do solo e frações da matéria orgânica influenciadas pela intensidade de tráfego e resíduos de colheita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 1190–1203, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/67PZqDhDqGNBxHGSCpC93yp/>. Acesso em: 25 jul. 2025.

JESUS, G. L. *et al.* Eucalyptus productivity, soil physical properties and organic matter fractions influenced by traffic intensity and harvest residues. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Vicoso, v. 39, p. 1190-203, 2015.

LANZANOVA, M. E. *et al.* Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 31, p. 1131-1140, 2007.

LELIS, L. R. M.; LOCATEL, C. D. A expansão do circuito espacial produtivo de celulose e seus efeitos no mundo do trabalho no leste de mato grosso do sul. **Pegada - a Revista da Geografia do Trabalho**, v. 22, n. 1, p. 135-159, 2021. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/8033>. Acesso em: 28 ago. 2025.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

LIMA, A. M. N. *et al.* Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1053-1063, 2008.

LIMA, C. G. D. R. *et al.* Atributos físico-químicos de um Latossolo do Cerrado brasileiro e sua relação com características dendrométricas do eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 163–173, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000100017>. Acesso em: 26 jul. 2025.

LIRA, A. C. S. **Atributos físicos e carbono orgânico do solo em diferentes usos e manejos na região oeste do estado de São Paulo**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-20191108-121732/publico/LiraAnaClaudiaSilva.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2025.

LOPES, E. S. *et al.* Compactação de um Solo Submetido ao Tráfego do Harvester e do Forwarder na colheita de madeira. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 2, p. 223- 230, 2015.

LOPES, S. E. *et al.* Compactação de um solo de uso florestal submetido ao tráfego de arraste de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, p. 369–376, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/gj7LptMGwsm4XwxmMB3KdJB/?lang=pt>. Acesso em: 25 jul. 2025.

MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 3. ed. Viçosa: Ed. da UFV. 2014.

MALINOVSKI, J. R. *et al.* Sistemas. In: MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2014

MARQUES, M. I. M. Considerações sobre a expansão da indústria de papel e celulose no Brasil a partir do caso da Suzano Papel e Celulose. **GEographia**, v. 17, n. 35, p. 120-147, 2015.

MELLO, E. L. *et al.* Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um Nitossolo Háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 901-909, 2003.

REFORE-MS. **Isenção de ICMS sobre cavaco de madeira em MS**, 2022.

MARTINS, S. G. *et al.* Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 517-526, 2010.

MARTINS, S. G. *et al.* Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 517–526, 2010. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap19.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2025.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Revista Española de Nutrición Humana y Dietética**, [S. l.], v. 18, n. 3,

p. 172–181, 2014. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.18.3.114>. Acesso em: 25 jul. 2025.

NUNES, E. N. *et al.* Análise da taxa de decomposição da serrapilheira na Reserva Ecológica Mata do Pau-Ferro, Areia-PB. **Revista Gaia Scientia**, v. 6, n. 1, p. 01-06, 2012.

OLIVEIRA, A. L. A. D.; NEVES, J. C. Transferência de valor e agronegócio: as Timber Investment Management Organizations (TIMO) no complexo eucalipto-celulose-papel em Mato Grosso do Sul (MS)-Brasil. **Revista NERA**, v. 27, n.4, e10625, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.47946/rnera.v27i4.10625>. Acesso em: 26 ago. 2025.

OLIVEIRA, A. M. D. *et al.* Decomposição da serrapilheira foliar em plantios de bambu, nim indiano e eucalipto. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 845-855, 2020.

PAES, F. A. S. V. *et al.* Impacto do manejo dos resíduos da colheita, do preparo do solo e da adubação na produtividade de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, p. 1081–1090, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/cdn5DTszxthjFLVvnNBZkXJ/?lang=pt>. Acesso em: 25 jul. 2025.

PETRY, M. T. *et al.* Disponibilidade de água do solo ao milho cultivado sob sistemas de semeadura direta e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 531-539, 2007.

PIRES, L. S. *et al.* Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na região centro-leste de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 687-695, 2006.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (Org.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. v. 5, p. 49–134. Disponível em: https://dlwqtxtslxzle7.cloudfront.net/46310103/2007_Reichert_et_al._2007_-_Compactacao_do_solo_em_sistemas_agropecuarios_e_florestais-libre.pdf. Acesso em: 25 jul. 2025.

ROCHA J. H. T. *et al.* Forest residue removal decreases soil quality and affects wood productivity even with high rates of fertilizer application. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 430, p. 188-95, 2018.

ROVEDDER, A. P. M. *et al.* Compreensão e aplicabilidade do conceito de solo florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 517–528, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509810563>. Acesso em: 26 jul. 2025.

SALES, L. E. D. O. *et al.* Qualidade física de Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso agrícola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 667–674, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000300020>. Acesso em: 26 ago. 2025.

SÃO JOSÉ, J. F. B. *et al.* Initial growth and nutrition of eucalyptus under different management of harvest residues. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 27, 2020. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/BNtZYStkrTVqKpCPYgKTX8L/?lang=en>. Acesso em: 25 ago. 2025.

SEMAGRO. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR. MS se consolida como maior exportador de celulose do país no 1º quadrimestre de 2020. **SEMAGRO**, 2020. Disponível em: <https://www.semagro.ms.gov.br/ms-se-consolidacomo-maior-exportador-de-celulose-do-pais-no-1o-quadrimestre-de-2020/>. Acessado em: 28 ago. 2025.

SEMAGRO. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR. Governo apresenta profloresta para potencializar cadeia produtiva que gera 27,2 mil empregos em MS. **SEMAGRO**, 2022. Disponível em: <https://www.semagro.ms.gov.br/governo-lanca-profloresta-e-querpotencializar-cadeia-produtiva-que-gera-272-mil-empregos-em-ms/>. Acessado em: 28 ago. 2025.

SERPA, K. M. *et al.* Atributos físicos e teor de matéria orgânica em área de Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, e131932399-e131932399, 2020.

SILVA, S. R. **Crescimento de eucalipto influenciado pela compactação de solos e doses de fósforo e de potássio**. 2000. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/882c89ae-91fc-4348-aedf-d40a4695e51d/content>. Acesso em: 25 jul. 2025.

SUZANO, Papel e Celulose. Unidade mais eficiente da Suzano, fábrica em Ribas do RioPardo (MS) receberá R\$ 19,3 bilhões em investimentos. **SUZANO**, 2021 Disponível em: <https://www.suzano.com.br/unidademais-eficiente-da-suzano-fabrica-em-ribas-do-rio-pardo-ms-recebera-r-193-bilhoes-eminvestimentos/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

TETILA, E. C. *et al.* Desafios do modelo de desenvolvimento agrícola do estado de Mato Grosso do Sul: uma proposta para o desenvolvimento sustentável. **Interações (Campo Grande)**, v. 21, n. 3, p. 615-632, 2020.

TISOTT, S. T.; SCHMIDT, V.; WAQUIL, P. D. A expansão da atividade florestal em Três Lagoas e região: preocupações com o meio ambiente. **Brazilian Journal of Business**, [S.l.], v. 3, n. 3, p. 2295–2311, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJB/article/view/33863/26487>. Acesso em: 25 jul. 2025.

TOGNON, A. A.; DEMATTÊ, J. L. I.; DEMATTÊ, J. A. M. Teor e distribuição da matéria orgânica em Latossolos das regiões da floresta amazônica e dos cerrados do Brasil central. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 343–354, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161998000300001>. Acesso em: 26 jul. 2025.