



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

AVALIAÇÃO DO MANEJO DO SOLO E DE MAPAS DE FERTILIDADE EM UMA ÁREA DE ABERTURA PARA O CULTIVO DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PARÁ

Fábio Júnior Blank¹

Neuri Antonio Feldmann²

Fabiana Raquel Mühl³

Vilson José Gabriel⁴

RESUMO

O município de Paragominas, estrategicamente localizado no estado do Pará, emerge como um polo importante para a produção e expansão do cultivo de soja. Contudo, muitas propriedades ainda aderem ao sistema de cultivo convencional, onde a acidez do solo e a presença de alumínio trocável tornam-se desafios significativos para as culturas. A implementação de técnicas de correção do solo, como o uso de gesso agrícola e calcário, desempenha um papel vital na melhoria da qualidade do solo, proporcionando condições mais propícias para o desenvolvimento das plantas. Em uma região caracterizada por clima quente e úmido, a rápida degradação da matéria orgânica é uma realidade, exigindo estratégias de manejo sustentável do solo. Nesse contexto, a adoção do sistema de plantio direto e a prática da rotação de culturas surgem como abordagens essenciais para conservar a estrutura do solo e mitigar os efeitos da degradação. Além disso, a incorporação de tecnologias de agricultura de precisão, como mapas de fertilidade, apresenta-se como um recurso valioso. Essas tecnologias permitem uma gestão mais eficiente dos insumos, personalizando a aplicação de fertilizantes e maximizando a produtividade de forma sustentável, alinhando-se assim aos desafios e potencialidades da região de Paragominas.

Palavras-chave: Correção do solo; Matéria orgânica; Agricultura de precisão.

Introdução

Nas últimas décadas, a cadeia produtiva da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Brasil tem apresentado um crescimento significativo, tornando-se o principal produto da nossa agricultura e levando o país ao destaque no comércio agrícola mundial dessa *commoditie*. A presença da soja se estende por todas as regiões do país, impulsionada pela abertura de novas fronteiras agrícolas ao longo das últimas

¹ Centro Universitário FAI - UCEFF. Acadêmico do Curso de Agronomia. E-mail: fabiojuniorblank@yahoo.com.br.

² Centro Universitário FAI - UCEFF. Engenheiro Agrônomo. Me em Fitotecnia. neuri@uceff.edu.br

³ Centro Universitário FAI - UCEFF. Bióloga. Dra. em Agronomia. fabiana@uceff.edu.br

⁴ Centro Universitário FAI - UCEFF. Engenheiro Agrônomo. Me. em Agronomia. vilson@uceff.edu.br



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

décadas, resultando em uma expansão significativa de áreas cultiváveis (Floss, 2022).

Neste cenário de ampliação das áreas de cultivo de soja no país, o município de Paragominas, situado no estado do Pará, destaca-se como um polo importante para a produção e expansão desse cultivo. Com uma extensão geográfica de 19.342,565 km², a região se beneficia significativamente da acessibilidade proporcionada pela via Belém-Brasília (BR-010), que facilita o escoamento da produção. Conforme dados do IBGE (2022), a área plantada de soja atingiu 197.560 hectares, alcançando uma produtividade média de 3.120 kg por hectare.

Semelhante às regiões dedicadas ao cultivo de grãos na Amazônia, neste município, em muitas propriedades predomina o sistema de cultivo convencional ou tradicional. Esse método é marcado pela intensiva mecanização e monocultivo, resultando frequentemente na exposição do solo, perda de matéria orgânica e erosão. Para otimizar a sustentabilidade do sistema produtivo, essas propriedades precisam realizar uma transição em direção à agricultura praticada no sistema de plantio direto. Isso requer a adaptação e desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficientes, considerando as particularidades locais e a influência do clima amazônico (Duarte; Carneiro, 2017).

Conforme destacado por Lopes *et al.* (2013), Paragominas apresenta um clima classificado como *Am*, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média na região atinge 30°C, com variações entre 22 e 38°C. A umidade relativa do ar permanece em torno de 85%, enquanto a precipitação pluviométrica é notavelmente elevada, oscilando em aproximadamente 2500 mm ao longo do ano.

No âmbito desta discussão, Balota (2018) destaca que a decomposição da matéria orgânica nos solos de regiões quentes e úmidas ocorre de maneira mais acelerada, resultando na liberação rápida de nutrientes e, conseqüentemente, melhorando a fertilidade do solo. Contudo, é importante salientar que esse processo rápido de decomposição também pode acarretar a perda de nutrientes, especialmente na ausência de práticas de manejo adequadas para a reposição dos



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

elementos essenciais.

A degradação da Matéria Orgânica do Solo (MOS) geralmente se manifesta em métodos de preparo do solo que envolvem intensa movimentação do terreno e em sistemas de cultivo com baixa incorporação de resíduos vegetais ao solo. Incorporar práticas sustentáveis pode resultar no aumento ou na manutenção tanto da quantidade quanto da qualidade da MOS. Isso, por sua vez, promove aprimoramentos nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, além de estimular a atividade da microbiota (Loss *et al.*, 2011).

Outro dado relevante é a predominância, no município de Paragominas, de solos que incluem Latossolo Amarelo de textura argilosa, Argissolos Amarelos, Plintossolos, Gleissolos, Neossolos Areias Quartzosas, Solos Aluviais, além de áreas de várzea com solos indiscriminados. O relevo apresenta tabuleiros relativamente elevados e aplainados, formas colinosas fortemente dissecadas em formações sedimentares (Embrapa, 2012).

Embora exista uma extensa área dedicada ao plantio direto no Brasil, nota-se que a eficácia desse sistema fica aquém do esperado para atenuar os problemas relacionados à conservação ambiental. Isso inclui questões como o aumento da infiltração, o controle do escoamento superficial e a prevenção da erosão (Denardin; Faganello; Sattler, 2008).

Devido a restrições impostas pelo solo ou clima, poucas regiões no mundo oferecem oportunidades para a exploração de novas áreas agrícolas. No entanto, o Brasil se destaca como uma exceção, apresentando potencial para tal expansão. Contudo, para potencializar essa oportunidade, é importante que o país harmonize a rentabilidade com a sustentabilidade (Floss, 2022).

Nesse contexto, torna-se importante que os produtores de soja busquem uma ampliação de rendimento de maneira eficiente e rentável. Essa busca pela eficiência passa necessariamente pela adoção de tecnologias de produção alinhadas ao conhecimento técnico, considerando a interação de diversos fatores que influenciam a produtividade.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

Sendo assim, a aplicação de ferramentas de agricultura de precisão, notadamente os mapas de aplicação com taxa variável, proporciona inúmeras vantagens ao produtor. Destacam-se entre esses benefícios a diminuição dos custos de produção, a mitigação dos impactos ambientais, o aumento da produtividade e a obtenção de ganhos operacionais significativos. Esse panorama é resultado da tomada de decisões embasada em dados concretos, conferindo não apenas maior controle sobre as atividades, mas também liberando tempo valioso para os administradores, o que, por sua vez, resulta em uma considerável melhoria na precisão das operações (Sensix, 2022).

Diante desse cenário, surge a proposta de uma análise mais aprofundada sobre as técnicas de manejo do solo nas áreas de cultivo da soja no município de Paragominas. Esta investigação visa não apenas abordar, mas identificar os métodos que impactam positivamente na produtividade e na sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Fundamentação teórica

Manejo do solo

Sem dúvida, o solo é a base da produção vegetal, mas segundo Primavesi (1979) por muito tempo esqueceu-se do solo e, conseqüentemente, esqueceu-se da raiz, não se considerando a planta como um todo. É importante reconhecer que os problemas aparentes na planta podem ter origem na raiz, que está intimamente ligada ao solo em que se encontra. Portanto, para alcançar altos rendimentos na produção de soja, é essencial adotar práticas de manejo e cuidado que garantam características adequadas e proporcionem condições favoráveis para o desenvolvimento das plantas.

Nesse sentido, um fator importante para melhorar o solo é o aumento do teor de matéria orgânica, que é alcançado por meio da produção de palhada durante o planejamento e a gestão técnica da lavoura. Inúmeros estudos enfatizam que essa



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

prática é indispensável para alcançar altos rendimentos e garantir a sustentabilidade da propriedade (Floss, 2022).

A produtividade do solo está ligada a possibilidade de as plantas aproveitarem os nutrientes do solo, podendo absorvê-los e metabolizá-los para produzir substâncias vegetais de interesse econômico (Primavesi, 1979). No entanto, o reservatório de nutrientes nos solos é dependente basicamente da composição da rocha de origem e dos processos de intemperismo, e assim, grande parte dos solos e condições tropicais e subtropicais apresentam condições de acidez e de baixa fertilidade natural, necessitando assim, um manejo adequado na sua exploração para que não ocorra o exaurimento do seu estoque de nutrientes (Balota, 2018).

Outro aspecto importante para a produtividade está relacionado às técnicas do Sistema de Plantio Direto (SPD), que se fundamenta nos princípios de não revolvimento do solo, manutenção de cobertura vegetal permanente e rotação de culturas. No entanto, é preocupante que muitos agricultores não estejam executando o SPD corretamente, o que compromete a qualidade do solo e reduz os benefícios esperados desse manejo, como a melhoria de seus atributos físicos, químicos e biológicos (Carneiro *et al.*, 2009).

Correção de acidez do solo

Conforme apontado por Tsujigushi (2019), a correção da acidez é uma prática agrícola fundamental para preservar a fertilidade dos solos. Quando realizada de forma adequada e combinada a uma adubação eficiente, ela permite maximizar a eficiência na utilização dos nutrientes, ao mesmo tempo em que reduz a presença de elementos tóxicos, sendo fator essencial para alcançar altos rendimentos nas culturas.

A correção da acidez requer critérios bem definidos e um diagnóstico preciso do solo. Essa abordagem começa com a coleta adequada e representativa da amostra de solo para análise laboratorial. Atualmente, nas áreas que utilizam tecnologias da agricultura de precisão, essa prática é realizada por meio da



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

amostragem georreferenciada do solo. Esse método permite uma identificação mais precisa das variações nas características do solo, garantindo um direcionamento mais eficiente na correção da acidez (Silva *et al.*, 2016).

A acidez do solo é originária de vários fatores, desde o elevado teor de matéria orgânica, minerais de argila, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, bem como de sais solúveis, além do uso frequente de fertilizantes nitrogenados em cultivos agrícolas (Caires, 2013).

Em geral, um solo ácido apresenta condições desfavoráveis para o desenvolvimento da maioria das plantas, com presença de forma tóxica do Al e manganês (Mn), acompanhados dos baixos teores de Ca e Mg trocável, molibdênio (Mo), fósforo (P) e baixa soma e saturação de bases (Miguel *et al.*, 2010).

Para tanto, o uso do calcário como corretivo do solo traz vários benefícios, pois além da correção da acidez e neutralização do efeito tóxico do Al³⁺, proporciona maior disponibilidade de Ca e Mg, sendo fundamentais a máxima expressão do potencial produtivo das culturas (Sampaio, 2021).

De acordo com Pias (2020), o calcário pode apresentar diferentes níveis de eficiência a curto prazo (três meses), medida pelo seu Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT). Calcários com maior PRNT requerem doses menores para corrigir a acidez, o que é vantajoso devido à redução dos custos de transporte e aplicação. No entanto, esses calcários de alta eficiência podem ter um efeito residual menor em comparação com aqueles de baixo PRNT. Além disso, a eficiência do parcelamento da dose de calcário para aumentar a sua eficácia ainda está sendo discutida no meio científico, com o objetivo de evitar a alcalinização da superfície do solo e reduzir as perdas de calcário por erosão.

Conforme destacado por Floss (2022), ao escolher o corretivo, além do PRNT, é importante levar em consideração os teores de cálcio e magnésio. Se ainda houver acidez e o teor de cálcio estiver baixo, ou se a relação Ca/Mg for inferior a 3, é preferível utilizar um calcário calcítico ou hidróxido de cálcio. Por outro lado, se as relações entre cálcio e magnésio estiverem adequadas, o calcário dolomítico deve



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

ser a escolha ideal. A prática de calagem tem a capacidade de aumentar os níveis de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas plantas devido aos elementos presentes em sua composição.

Uma alternativa de corretivo de acidez do solo é o óxido de cálcio (CaO), também denominado cal virgem ou calcinada, é um óxido ácido, que em contato com a água, espontaneamente se converte em hidróxido de cálcio (CaOH₂), também chamada de cal hidratada ou cal apagada, cuja reação é exotérmica. Portanto o Ca do óxido somente é liberado no solo por meio da hidratação, formando o hidróxido de cálcio, altamente solúvel, cuja dissociação é rápida no solo, formando OH que neutraliza o H⁺ e libera o Ca, apresentando um PRNT muito superior ao calcário (CaCO₃ + MgCO₃) (Floss, 2022).

Um outro produto amplamente utilizado como condicionador de solos que possuem acidez moderada a alta na subsuperfície é o gesso agrícola (CaSO₄.2HO). Esse condicionador é um subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados e possui ampla disponibilidade em todo o mundo (Caires *et al.*). O gesso agrícola é utilizado na agricultura como fonte de Ca e S, condicionador de atributos físicos e mitigador da salinidade dos solos (Zoca; Penn, 2017 *apud* Araújo, 2018).

Mesmo não tendo efeito direto na correção do pH (o gesso reage com o Al³⁺, precipitando-o, e fazendo assim com que ele fique em formas menos tóxicas (AlSO₄⁺), além de aumentar os teores de Ca²⁺ e S no subsolo. O gesso é uma opção para a melhoria do ambiente radicular na subsuperfície porque é constituído por sulfato (SO₄²⁻), que propicia a movimentação de cátions básicos no perfil, principalmente Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, de maneira a resultar no aumento da saturação por bases em profundidade e, conseqüentemente, a diminuição da saturação por alumínio (Sorrato; Crusciol, 2008).

Conforme Silva (2018), avaliando a produção de massa seca de raízes da soja investigou a influência do gesso agrícola aplicado no solo, os resultados revelaram que o aumento na produção de massa seca das raízes pode ser atribuído ao fornecimento de cálcio, o qual promove um crescimento mais vigoroso das raízes



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

em profundidade e melhora a eficiência na absorção de água e nutrientes.

Sobre o manejo da acidez do solo, Pias (2020) chegou a algumas conclusões relevantes. No curto prazo, o gesso agrícola demonstrou maior eficiência do que a calagem em aumentar os teores de Ca^{2+} trocável ao longo do perfil do solo. No entanto, a calagem se mostrou mais efetiva na correção da acidez, uma vez que ela altera várias propriedades relacionadas à acidez do solo, como pH (água), teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis e saturação por bases. Além disso, a calagem apresentou um efeito residual mais duradouro nos teores de Ca^{2+} trocável do que o gesso agrícola. No entanto, o parcelamento da dose de calcário demonstrou ser menos eficiente na correção da acidez do solo em profundidade quando comparado à aplicação da dose total. Embora as estratégias de calagem não tenham apresentado diferenças significativas em relação à produtividade das culturas, o calcário de baixo PRNT mostrou um efeito residual maior do que o calcário de alto PRNT, mantendo as condições de acidez do solo adequadas para o desenvolvimento vegetal por 11 anos.

Sistema de plantio direto e qualidade do solo

Em seu estado natural, um solo com cobertura vegetal possui uma baixa susceptibilidade à degradação. No entanto, quando sua condição primária é modificada devido à agricultura ou outras atividades, ocorrem perdas de matéria orgânica e nutrientes, além de uma redução na capacidade de infiltração de água (Wadt, 2003).

Os primeiros registros de estudo sobre o Sistema de Plantio Direto (SPD) no Brasil datam de meados da década de 60 e 70 nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná em busca de alternativas a erosão causada pelas chuvas. Merece destaque o agricultor Herbert Bartz, considerado o pioneiro da implantação do Plantio Direto (PD) no país. Ele tomou conhecimento da técnica por meio de artigos fornecidos pelo pesquisador Rolf Derpsch, que na época conduzia trabalhos no Instituto de Pesquisa de Experimentação Agropecuária Meridional (atual IAPAR), em Londrina



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

(Fisher, 2012).

O SPD fundamenta-se no princípio de evitar o revolvimento do solo, manter uma cobertura vegetal permanente e praticar a rotação de culturas. O SPD, no qual ocorre o mínimo revolvimento, proporciona ao solo maiores teores de água em relação ao sistema de cultivo convencional e mínimo. Isso ocorre devido à manutenção dos resíduos culturais que conserva a temperatura do solo e reduz as taxas de evaporação (Kunz *et al.*, 2013).

De acordo com a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP) (2009), o SPD engloba um conjunto de práticas tecnológicas destinadas a promover sistemas agrícolas produtivos. Essas práticas envolvem a mínima mobilização do solo, restrita à linha ou cova de semeadura, a manutenção contínua da cobertura do solo, a diversificação de espécies cultivadas e a redução ou eliminação do intervalo entre a colheita e a semeadura. Para que esse sistema seja eficaz, é essencial que esteja associado à agricultura conservacionista, visando a conservação do solo e da água, o aumento da eficiência da adubação, o incremento do teor de matéria orgânica no solo, a maximização da relação benefício/custo, a redução do consumo de energia fóssil e o uso de defensivos agrícolas, a mitigação da emissão de gases de efeito estufa e a promoção do aumento da resiliência do solo.

A adoção do SPD também traz benefícios adicionais, como a capacidade das espécies de cobertura de exercer certa interferência na germinação das plantas daninhas. Isso pode ocorrer por meio de efeitos supressores ou pela liberação de substâncias alelopáticas, o que tem um impacto significativo na fitossociologia. Algumas espécies, como milho, dente-de-burro, sesbânia, mucuna-verde, crotalária, milheto, nabo e aveia-preta, têm um efeito negativo na densidade das plantas daninhas, o que permite atrasar a necessidade de recorrer ao controle químico (Lamego *et al.*, 2015).

A compactação física do solo representa um grande desafio no uso contínuo de áreas agrícolas. Esse fenômeno afeta de forma direta as interações físicas,



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

químicas e biológicas do solo, comprometendo assim o desenvolvimento das culturas implantadas. Todo o investimento financeiro em tecnologias e o esforço físico dedicado no trabalho diário em busca de altas produtividades podem ser prejudicados pela compactação do solo (Compagnoni, 2013).

Uma estratégia eficaz para reduzir os problemas de compactação é adotar a descompactação biológica. Nesse sistema de manejo, ocorre uma descompactação natural, promovida pelo sistema radicular das plantas. A diversificação de raízes, por meio da rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura, desempenham um papel fundamental nesse processo. Essa técnica é de fácil implementação para os produtores e traz melhorias significativas às propriedades físicas do solo, como o aumento da macroporosidade, porosidade total e a redução da densidade. Além disso, os efeitos da descompactação biológica perduram por um período mais longo em comparação com a escarificação mecânica, pois as melhorias ocorrem gradualmente com a decomposição da matéria orgânica (Pan, 2020).

A composição da Matéria Orgânica do Solo (MOS) é influenciada pelo material de origem, pelas condições climáticas e pela cobertura vegetal, assim como pelo processo de decomposição. As substâncias húmicas representam a maior parte da MOS, compreendendo de 70 a 80% do seu conteúdo. Essas substâncias, por meio dos seus grupos carboxílicos, fenólicos e aminos, desempenham um papel fundamental nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Destacam-se os ácidos húmicos, fúlvicos e a humina como componentes importantes das substâncias húmicas. Esses compostos são formados naturalmente durante o processo de decomposição da matéria orgânica e têm a capacidade de estimular alterações fisiológicas nas plantas, contribuindo para o seu desenvolvimento saudável (Cunha *et al.*, 2000).

A presença de matéria orgânica não apenas aumenta a capacidade de troca catiônica do solo, mas também sustenta a comunidade microbiana e a fauna do solo, além de contribuir para a formação de agregados. Isso, por sua vez, pode impactar positivamente a atividade biológica do solo, o desenvolvimento das raízes



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

e, como consequência, o aumento da produtividade (Ubida, 2017).

Diagnóstico da fertilidade com uso da agricultura de precisão

A fertilidade do solo refere-se à habilidade do solo em fornecer nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, e para compreender as propriedades químicas do solo é essencial realizar a análise laboratorial, sendo que esse procedimento tem início com a coleta de amostras do solo (Silva *et al.*, 2016).

A compreensão da variabilidade nos atributos químicos do solo desempenha um papel importante na obtenção de amostras representativas, pois orienta a seleção do método de amostragem mais adequado e determina o número necessário de subamostras para a formação de uma amostra composta (Escosteguy *et al.*, 2016).

A coleta de amostras de solo não pode ser realizada de maneira indiscriminada. Ela demanda um planejamento embasado no entendimento que o produtor possui de sua área. É importante considerar elementos como a presença de declives e baixadas na região, sendo necessário efetuar uma segregação dessas características. Além disso, é recomendável dividir as parcelas da propriedade com base em sua produtividade (Coelho, 2016).

O conceito de Agricultura de Precisão (AP) está intrinsecamente vinculado a um processo de gestão produtiva que engloba diversas áreas de conhecimento, como agronomia, mecatrônica, geometria, informática e meio ambiente, sendo que sua origem ocorreu com a introdução do GPS (*Global Positioning System*) e a utilização de mapas de produtividade (Inamassu, 2011).

Conforme destacado pela Embrapa (2018), este é um tema abrangente, sistêmico e multidisciplinar, pois engloba uma ampla variedade de culturas e regiões, incorporando ainda sistemas integrados de manejo de informações e tecnologias.

Na agricultura de precisão, a coleta de amostras de solo pode ser realizada por meio de dois procedimentos fundamentais: amostragem sistemática em grades e



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

amostragem dirigida. Ambos utilizam os mesmos princípios, mas se aplicam a diferentes situações (Escosteguy *et al.*, 2016).

A amostragem dirigida é apropriada quando há conhecimento prévio sobre variações nos rendimentos em diferentes regiões da lavoura, possibilitando a divisão da área em distintas zonas de manejo. A amostragem sistemática em grades é mais apropriada para áreas onde a variabilidade espacial dos atributos do solo é mais pronunciada. Nesse método, o número de grades corresponde ao número de amostras compostas que serão analisadas em laboratório (Escosteguy *et al.*, 2016).

Mapas de fertilidade

Os mapas de fertilidade do solo são representações visuais que destacam a variabilidade dos elementos na composição do solo. Esses mapas são distintivos pela presença de áreas coloridas, cada cor indicando as condições de fertilidade correspondentes na região. A avaliação dessa fertilidade baseia-se na identificação dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das culturas na área em questão (FieldView, 2022).

Dessa forma, os agricultores podem examinar as condições do solo e determinar se são necessárias intervenções, como ajustar o uso de fertilizantes específicos ou aplicar quantidades diferentes desses insumos em áreas específicas da lavoura (FieldView, 2022).

Nesse contexto, Alberton (2019) destaca que a utilização de mapas de fertilidade é importante para otimizar a gestão de insumos, reduzindo potenciais impactos adversos no meio ambiente e na saúde humana. Este enfoque se revela como uma alternativa mais vantajosa em comparação às práticas agrícolas convencionais, promovendo tanto o cultivo sustentável quanto a preservação do solo e do planeta.

Conforme observado por Amado *et al.* (2006), em áreas com significativa variabilidade nos principais atributos, a abordagem tradicional da agricultura tende a acentuar a variabilidade natural desses atributos. Para evitar a supercorreção ou



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

subcorreção do solo em determinadas áreas, tem-se recorrido a recomendações de corretivos georreferenciados, transmitidos aos mecanismos de distribuição por meio de arquivos de mapas.

Metodologia

O estágio curricular supervisionado do curso de Agronomia foi realizado na região de Paragominas, no estado do Pará. Este estágio se concentrou no acompanhamento do manejo de lavouras durante a fase de preparo para o plantio da cultura da soja. Para a pesquisa, foi realizado o acompanhamento do manejo durante a implantação de uma lavoura de 47 hectares destinada ao plantio de soja, identificada como talhão 86, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Mapa talhão 86.



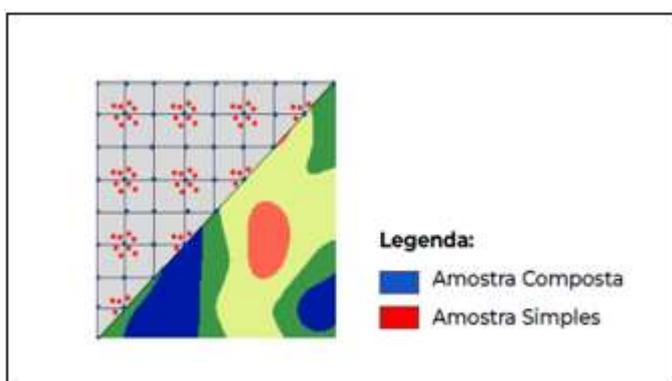
Fonte: Portal Agro (2023).

A fase inicial do trabalho consistiu no conhecimento e visualização da área, e posteriormente, na realização da amostragem de solo georreferenciada para analisar os atributos químicos e físicos do solo. Para tal propósito, adotou-se a técnica de amostragem em grade, na qual os pontos correspondem às interseções das linhas do *grid*. Essa abordagem visa uma coleta mais densa de amostras, permitindo uma posterior interpolação e predição de valores nas áreas não amostradas. A interpolação, enquanto técnica, consiste na dedução de valores,

possibilitando a previsão ou dedução de dados entre dois ou mais pontos amostrados.

Na figura 2, é possível observar a técnica usada no processo de coleta nos pontos de interseção dos *grids*. No talhão 86, foram coletadas 5 amostras compostas, cada uma contendo 8 amostras simples.

Figura 2 - Amostragem por grid.



Fonte: Sensix (2023).

Após a coleta das amostras de solo no talhão, estas foram encaminhadas ao laboratório de solos e plantas no município de Paragominas para a caracterização dos atributos químicos e físicos do solo. Posteriormente, os dados obtidos foram compilados em uma planilha e incorporados no software Fieldscan.Sensix para gerar os mapas de fertilidade e as recomendações de aplicação a taxa variável nos talhões.

As informações obtidas com a caracterização química e física do solo possibilitam a definição da necessidade ou não da realização de calagem, qual fertilizante e dosagem são mais indicados para cada talhão, e o posicionamento de cultivares de acordo os níveis de fertilidade de cada área.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

Apresentação e discussão dos dados

O município de Paragominas se diferencia muito dos demais da região no que se refere à forma de se fazer agricultura e no aparelhamento das propriedades, visto que é normal encontrar produtores utilizando alto nível tecnológico. Contudo, semelhante às áreas cultivadas com grãos na Amazônia, neste município em muitas propriedades ainda se pratica o sistema de cultivo convencional ou tradicional (Alves; Carvalho; Silva, 2014).

Nos últimos anos, devido à expansão significativa do cultivo de soja na região, muitas áreas que anteriormente serviam como pastagens, devido à intensa atividade pecuária na localidade, e também as extensas áreas de vegetação rasteira conhecidas popularmente como "Juquira", têm sido progressivamente substituídas pelo cultivo de soja.

Na figura 3, observa-se visualmente a área do talhão 86, onde o solo foi preparado para o plantio de soja na safra de 2023/2024. Anteriormente, essa região consistia em vegetação rasteira, que já havia sido transformada de campos de pastagem para atividades pecuárias.

Figura 3 - Área talhão 86.



Fonte: Do autor (2023).

Nesse contexto, evidencia-se uma situação em que o produtor necessita considerar a implementação de um manejo voltado para o desenvolvimento de um



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

sistema de plantio direto, visando aprimorar a proteção do solo por meio da incorporação de cobertura verde e palhada.

Nesse sentido as práticas cuidadosas de manejo do solo e da água, como o uso de palha diversificada e a implementação de rotação de culturas, resultam em impactos positivos notáveis em um curto período de tempo, oferecendo uma resposta eficaz aos desafios climáticos e a potencial baixa qualidade química e física do ambiente (Rech, 2023).

Para regiões com climas característicos do cerrado e do norte do país, a braquiária destaca-se como uma alternativa eficaz no sistema de plantio direto. A espécie *Urochloa ruziziensis*, em particular, demonstra maior sensibilidade a herbicidas, como o Glyphosate, o que pode facilitar sua dessecação (Pariz *et al.*, 2009).

Segundo Petter *et al.*, 2011, o consórcio milho-braquiária emerge como uma prática altamente vantajosa na recuperação de áreas degradadas. Isso se deve ao fato de que ao realizar a semeadura simultânea ou durante o desenvolvimento do milho, possibilita-se um maior acúmulo de matéria seca, contribuindo significativamente para a formação de palhada no sistema de plantio direto.

É relevante salientar que as condições de elevada umidade e calor em Paragominas favorecem a rápida decomposição da matéria orgânica, devido à intensa atividade biológica. Na contribuição de Biazatti (2022), as gramíneas são frequentemente empregadas como cobertura de solo, promovendo uma melhoria na estrutura física do solo e um aumento na disponibilidade de nutrientes para a cultura subsequente. Isso ocorre devido à sua relação C:N mais elevada, resultando em uma maior permanência da cobertura no sistema.

O mesmo autor investigou a influência da cobertura do solo e doses progressivas de adubação potássica na dinâmica do sistema braquiária-soja, bem como na resposta da cultura da soja à adubação potássica. Concluiu-se que a presença da cobertura do solo proporcionada pela *Brachiaria ruziziensis* foi capaz de garantir uma elevada produtividade da soja, mesmo com a aplicação de uma menor



dose de potássio (60 kg K₂O/ha). Por outro lado, a área sem cultura de cobertura exigiu a aplicação do dobro da dose de potássio (120 kg K₂O/ha) para alcançar a mesma produtividade.

Iniciando a abordagem do mapeamento da fertilidade do solo na área em estudo, é importante destacar que a região Norte do país adota como referência o manual do Cerrado para a correção e adubação do solo, conforme ilustrado na Figura 4, que apresenta a tabela com suas respectivas classes para interpretação de alguns elementos.

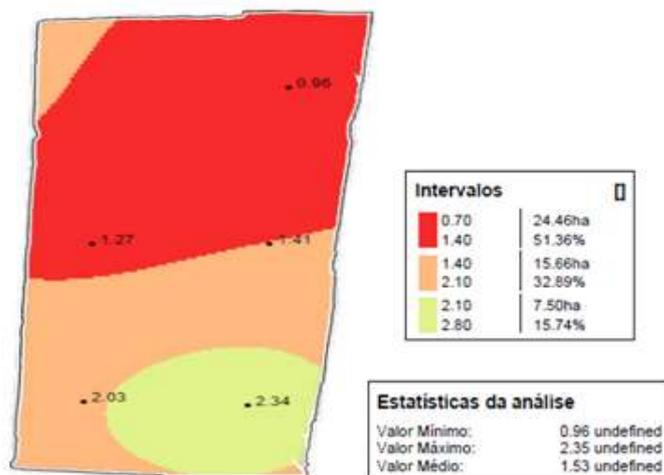
Figura 4 – Nível crítico dos nutrientes para interpretação da análise do solo do Cerrado.

Classes (Níveis)	pH		V	m	M.O.	P resina	S	CTC	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺
	CaCl ₂	H ₂ O										
MUITO BAIXO	< 4,3	< 4,5	< 25	< 15	< 0,7	< 7	< 5	< 1,6	< 0,2	< 0,8	< 0,5	< 0,07
BAIXO	4,4 - 5,0	4,51 - 5,0	25 - 40	15,1 - 30	0,71 - 2,0	8 - 15	6 - 10	1,61 - 4,3	0,21 - 0,5	0,9 - 1,5	0,6 - 0,8	0,08 - 0,15
MÉDIO	5,1 - 5,5	5,01 - 6,0	41 - 55	30,1 - 50	2,10 - 4,0	16 - 25	11 - 15	4,31 - 8,6	0,51 - 1,0	1,6 - 2,5	0,9 - 1,2	0,16 - 0,23
ADEQUADO	5,6 - 6,0	6,01 - 7,0	56 - 70	50,1 - 75	4,10 - 7,0	26 - 40	16 - 30	8,61 - 15	1,1 - 2,0	2,6 - 4,0	1,3 - 1,6	0,24 - 0,3
ALTO	> 6,0	> 7,0	> 70	> 75	> 7,0	> 41	> 30	> 15	> 2,0	> 4,0	> 1,6	> 0,3

Fonte: Portal Agro (2023).

Ao analisarmos a quantidade de matéria orgânica (MO) no talhão, especificamente na camada de 0 a 20 cm, é evidente que aproximadamente metade do mapa é categorizada como muito baixa e baixa, enquanto os demais intervalos se encontram na faixa de teor médio, conforme ilustrado na Figura 5 em percentuais (%).

Figura 5 – Matéria Orgânica (MO) na camada de 0 – 20 cm.



Fonte: Portal Agro (2023).

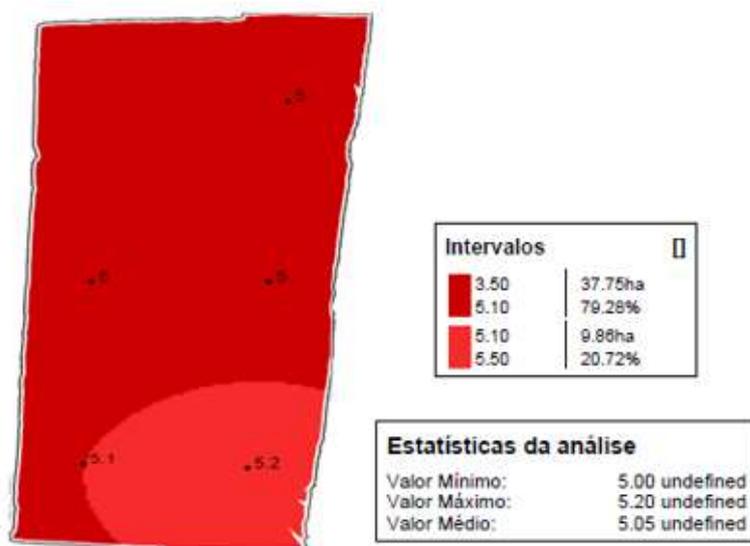
É essencial destacar que, devido às características predominantes de calor e elevada umidade no clima, o processo de degradação da matéria orgânica ocorre de maneira acelerada. Portanto, torna-se imprescindível a reposição por meio da cobertura vegetal, especialmente de plantas que gerem uma significativa quantidade de material. Vale ressaltar que outra alternativa viável seria o uso de adubos orgânicos, como os provenientes de dejetos de suínos, bovinos e aves. Contudo, na região em questão, a produção concentra-se principalmente na pecuária bovina a pasto.

Nesse contexto, a pesquisa conduzida por Freitas *et al.* (2012) investigou a dinâmica da matéria orgânica no solo sob diferentes sistemas de manejo no município de Paragominas. Os resultados indicaram que, ao longo dos quatro anos agrícolas, o sistema de manejo de plantio direto promoveu um aumento nos teores de matéria orgânica em comparação ao método de preparo convencional. Dessa forma, essa abordagem surge como uma alternativa promissora que o produtor do talhão em análise poderia considerar nos próximos anos para aprimorar a disponibilidade de matéria orgânica no solo.

Ao realizar uma análise detalhada do mapa de pH em água na camada

superficial de 0 a 20 cm, conforme ilustrado na Figura 6, torna-se evidente que a característica predominante é a presença de valores baixos de pH. Uma possível explicação para esse fenômeno reside no fato de a área em questão ter sido recentemente destinada à atividade agrícola. Nesse contexto, é importante considerar que alguns solos apresentam naturalmente uma composição mais ácida devido às características do material original. Um exemplo notável são os solos derivados de rochas como granito ou arenito, os quais têm uma propensão intrínseca a exibir níveis mais baixos de pH.

Figura 6 - pH_água na camada de 0-20cm.



Fonte: Portal Agro (2023).

Conforme salientado por Floss (2022), em seu estudo sobre lavouras de soja de alto rendimento, a determinação da quantidade adequada de corretivo a ser aplicado assume um papel importante. O objetivo central desse processo é elevar o pH em água para patamares entre 5,5, 6,0 ou 6,5, de modo a criar condições ideais para o desenvolvimento e produtividade das plantas. Essa estratégia de manejo do pH reflete a importância de ajustar as características do solo de maneira personalizada, visando otimizar os resultados e maximizar o rendimento da cultura.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

Conforme ressaltado por Yara (2018), a manutenção de um equilíbrio apropriado no nível de pH do solo desempenha um papel importante ao garantir a disponibilidade otimizada de nutrientes, resultando em máxima produtividade. Para a cultura da soja, o pH ideal é estabelecido em 6. Em situações de pH reduzido, surgem frequentemente desafios como a toxidez causada pelo alumínio, e em algumas regiões, também pelo manganês, fatores que têm o potencial de restringir o desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, impactar negativamente o crescimento das plantas.

Sendo assim, a compreensão do pH assume relevância primordial na agricultura, uma vez que influencia diretamente a disponibilidade de nutrientes essenciais, tanto macro quanto micronutrientes no solo. A manutenção de um pH adequado permite otimizar a absorção de elementos fundamentais pelas plantas, desempenhando um papel importante na promoção de um solo propício ao desenvolvimento das plantas e assim na maximização da produtividade agrícola.

Partindo para a análise do mapa que apresenta a presença do alumínio trocável em cmolc/dm^3 na camada superficial de 0 a 20 cm, conforme ilustrado na Figura 7, destaca-se a elevada concentração desse elemento químico no solo. Tal observação suscita preocupações relevantes, uma vez que a presença excessiva de alumínio pode representar um desafio significativo para o desenvolvimento do sistema radicular da cultura da soja. Este cenário sugere a necessidade de estratégias de manejo específicas para mitigar os possíveis impactos negativos desse elemento sobre o sistema radicular da soja.

Figura 7 – Teor de Al na camada de 0-20cm.



Fonte: Portal Agro (2023)

A presença de alumínio trocável em solos de Paragominas é um aspecto relevante que influencia diretamente a dinâmica e a fertilidade do solo na região. O alumínio trocável refere-se à fração de alumínio presente nas trocas catiônicas do solo, ou seja, na porção do solo onde ocorre a retenção e a liberação de nutrientes essenciais para as plantas.

Partindo dessa constatação, um dos principais problemas dos níveis tóxicos de alumínio reside na diminuição da taxa de crescimento radicular em plantas sensíveis, afetando tanto o alongamento quanto a divisão celular. Essa limitação compromete a habilidade da planta em extrair água e nutrientes do solo devido ao enraizamento superficial, resultando em uma menor produtividade e uma maior vulnerabilidade ao estresse hídrico (Ferreira; Moreira; Rassini, 2006).

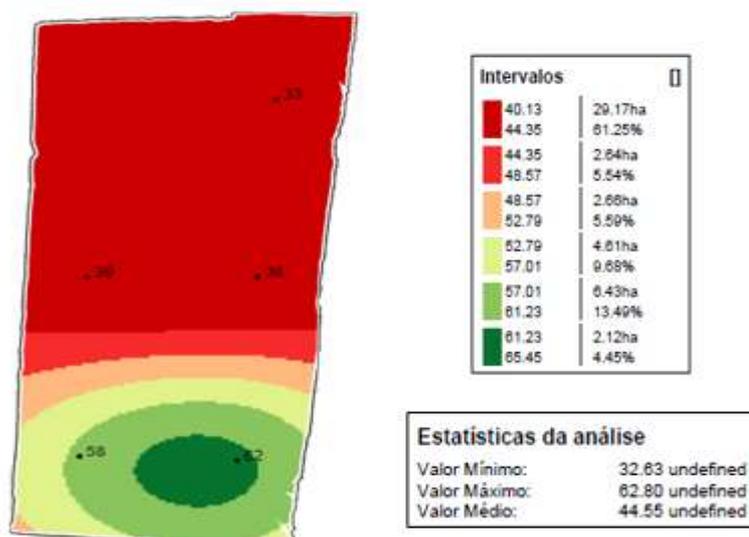
Uma estratégia adotada pelos produtores para mitigar os efeitos tóxicos nesses solos é realizar a incorporação profunda de corretivos e fertilizantes. A toxicidade do alumínio é mais prevalente em solos com pH em água abaixo de 5,5, alcançando níveis especialmente críticos em pH inferior a 5. Nesse cenário, a

solubilidade do alumínio aumenta significativamente, representando mais de 50% da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo.

Uma alternativa interessante seria o uso do gesso agrícola que atua como corretivo de solo, reagindo com a acidez. Ao neutralizar a acidez, contribui para a redução da disponibilidade de alumínio tóxico no solo, criando um ambiente mais propício para o crescimento das plantas, de maneira a resultar no aumento da saturação por bases em profundidade e, conseqüentemente, a diminuição da saturação por alumínio.

Com base nessa abordagem, a Figura 8 apresenta o mapa de capacidade de troca de cátions (CTC) em mmolc/dm³ do talhão.

Figura 8 – CTC na camada de 0-20cm.



Fonte: Portal Agro (2023)

Conforme Balota (2018), a CTC é uma propriedade fundamental do solo que desempenha um papel importante na fertilidade e na disponibilidade de nutrientes para as plantas. A CTC refere-se à capacidade do solo de reter e trocar íons positivos (cátions), como cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), potássio (K⁺), e hidrogênio (H⁺).



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

Ao analisar o mapa de matéria orgânica, podemos estabelecer uma correlação com a Capacidade de Troca Catiônica (CTC), uma vez que a área do talhão que exibe maior conteúdo de matéria orgânica é também aquela em que os níveis de CTC são mais elevados. Essa justificativa leva em conta que substâncias orgânicas, como ácidos húmicos e fúlvicos, têm grupos funcionais que podem se ligar às partículas do solo, aumentando a capacidade de troca catiônica. Isso significa que solos ricos em matéria orgânica têm uma maior capacidade de reter nutrientes essenciais para as plantas.

Conforme Floss (2022), as saturações por bases para altas produtividades de soja, na maioria dos solos, correspondem a uma saturação (V%) de 65 a 80%. No entanto, no caso específico do talhão, a saturação por bases, na camada de 0 -20 cm era em média de 28,01%.

Portanto, a correlação entre CTC e saturação por bases reside no fato de que a CTC determina a capacidade total do solo de reter cátions, enquanto a saturação por bases indica como essa capacidade está sendo utilizada.

A recomendação nesse caso poderia ser a aplicação de uma calagem adequada em profundidade, além da incorporação de matéria orgânica no solo por meio de plantas de cobertura e a implantação de um sistema de rotação de culturas e plantio direto. Lembrando que a melhoria da CTC é um processo gradual que ocorre ao longo do tempo com o uso de um manejo técnico e eficiente.

Considerações finais

A capacidade produtiva do solo é um elemento importante para o desenvolvimento sustentável da agricultura, visto que está intrinsecamente ligada à capacidade das plantas de aproveitarem os nutrientes disponíveis no solo, absorvê-los e metabolizá-los. No contexto da região de Paragominas, o solo ácido se apresenta como um desafio, oferecendo condições desfavoráveis para o crescimento da maioria das plantas. A presença de formas tóxicas do alumínio (Al), juntamente com baixa CTC e saturação de bases, configura um cenário que



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

demanda prática de manejo específicas para otimizar a produtividade de soja e garantir a sustentabilidade da atividade agrícola.

A implementação de boas práticas de manejo, correção e adubação emerge como uma necessidade premente para tornar os solos ácidos de Paragominas propícios ao cultivo. A correção do pH do solo, aliada à adubação equilibrada e à incorporação de nutrientes essenciais, desempenha um papel essencial nesse processo. A atenção especial deve ser dada à correção dos teores de alumínio cuja forma tóxica pode comprometer o desenvolvimento das plantas. Nesse contexto, a agricultura de precisão surge como uma ferramenta valiosa, permitindo a aplicação precisa de insumos e corretivos, otimizando a eficiência dos recursos e reduzindo potenciais impactos ambientais.

É importante destacar que a transição em direção à agricultura praticada no sistema de plantio direto representa uma estratégia fundamental para a promoção da sustentabilidade na região. Esse sistema, que se caracteriza pela mínima intervenção no solo, contribui para a preservação da estrutura e da microbiota do solo, reduzindo a erosão e promovendo a retenção de água. Além disso, o plantio direto favorece a formação de uma cobertura vegetal, o que proporciona maior proteção contra processos erosivos e contribui para a ciclagem de

Diante dos desafios e potenciais da agricultura em Paragominas e região e a busca pela eficiência produtiva através da verticalização da produção emerge como importância para a sustentabilidade. Sendo assim, sugere-se a difusão de pesquisas direcionadas a práticas de manejo eficientes para as características regionais de clima e solo com à integração de tecnologias agrícolas buscando potencializar a produção de soja na região.

Referências

ALBERTON, W. L. **Gerenciamento de dados em agricultura de precisão**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Computacionais). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

ALVES, L. W. R.; CARVALHO, E. J. M.; SILVA, L. G. T. **Diagnóstico Agrícola do Município de Paragominas, PA.** Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 91, Belém, 2014.

AMADO, T. J. C.; BELLÉ, G. L.; DELLAMEA, R. B. C.; PES, L. Z.; FULBER, R.; PIZZUTI, L.; SCHENATO, R. B.; LEMAINSKI, C. L. Projeto Aquarius-Cotrijal: pólo de agricultura de precisão. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 91, n. 1, p. 39-47, jan./fev.

2006.

ARAÚJO, L. G. **Gesso agrícola na cana-de-açúcar:** produtividade, desenvolvimento radicular e estoque de carbono no solo. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

BALOTA, E. L. O solo como ambiente. *In:* BALOTA, Elcio Liborio. **Manejo e qualidade biológica do solo.** Londrina: Midiograf, 2018. p. 19-29.

BIAZATTI, R. M. **Decomposição e liberação de nutrientes de cobertura de braquiária em função de adubação potássica na soja.** 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022.

CAIRES, E. F. **Correção da acidez do solo em sistema plantio direto.** Informações Agronômicas, Piracicaba, IPNI, n. 141, p.1-13, mar. 2013.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v. 33.p.147-157, 2009.

COELHO, A. M. **Diagnóstico da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas.** 2016. Embrapa. Campo e negócios, Goiás, 2016.

COMPAGNONI, L. **Descompactação do solo e adubação adicional na**



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

produtividade de sementes de soja. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas., Pelotas, 2013.

CUNHA, T. J. F.; MENEGUELLI, N. A.; CONCEIÇÃO, M.; MACHADO, P. L. O. A.; FREIXO, A. A. **Avaliação de extratores de substâncias húmicas de um Latossolo Vermelho Distroférrico.** Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, n.7, Rio de Janeiro, 2000.

DENARDIN, J.E.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. **Vertical mulchin: prática conservacionista mitigadora de perdas por erosão hídrica em sistema de plantio direto.** Embrapa. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online n. 53, Passo Fundo, 2008.

DUARTE, J. F. S.; CARNEIRO, R. S. G. S. **Análise de Vulnerabilidade Erosiva no Município de Paragominas – PA.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

São José dos Campos – SP, 2017.

EMBRAPA. **O que é agricultura de precisão.** Embrapa. 2018. Disponível em: <https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/o-que-e-agricultura-de-precisao>. Acesso em 18 de novembro de 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Proposta de atualização da segunda edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro, RJ: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012, 59 p.

ESCOSTEGUY, P. V.; ANGHINONI, I.; SILVA, L. S.; GATIBONI, L. C.; ACOSTA, J. A. de A. Amostragem de solo e plantas. *In:* SILVA, L.S.; GATIBONI, L. C.; ANGHINONI, I.; SOUSA, R. O. S. (org.). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. **Manual de calagem e adubação.** Pallotti, 2016. p. 29-49.



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA (FEBRAPDP): **A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira**. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, 2009, 144 p.

FERREIRA, R. P.; MOREIRA, A.; RASSINI, J. B. **Toxidez de alumínio em culturas Anuais**. 2006. Embrapa, documentos 63, São Carlos, 2006.

FIELDVIEW. **Conheças as vantagens de utilizar mapas de fertilidade na agricultura de precisão. 2022.** Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/mapas-fertilidade-agricultura-precisao>. Acesso em 27 nov. 2023.

FISHER, R. **Herbert Bartz**: um louco pela agricultura e pela sustentabilidade. Revista Plantio Direto. ed. 132, novembro, 2012.

FLOSS, E. L. Manejo de soja em sistema de produção. *In*: FLOSS, E. L. **Maximizando o Rendimento da Soja: “Ecofisiologia, nutrição e manejo”**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 2022. p. 6-132.

FLOSS, E. L. Nutrição e adubação racional. *In*: FLOSS, E. L. **Maximizando o Rendimento da Soja: “Ecofisiologia, nutrição e manejo”**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 2022. p. 179-281.

FREITAS, L. S.; CARVALHO, E. J. M; PEDRO, A. J. S; GOUVEIA, A. L. S;

SOUZA, A. S. **Dinâmica da matéria orgânica sob sistemas de manejo no solo no município de Paragominas**. 2012. IV Encontro Amazônico de Agrárias, Belém, 2012.

INAMASSU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. **Agricultura de Precisão**: um novo olhar. São Carlos, SP: Embrapa – Instrumentação Agropecuária, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola de 2022: Soja**. Disponível em:



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/paragominas/pesquisa/14/0>. Acesso em 11 de nov. 2023.

KUNZ, M.; GONÇALVES, A. D. M. A.; REICHERT, J. M.; GUIMARÃES, R. M. L.; REINERT, D. J.; RODRIGUES, M. F. Compactação do solo na integração Soja-pecuária de leite em latossolo argiloso com semeadura direta e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.37, n.6, p.1609-1708, 2013.

LAMEGO, F. P.; CARATTI, F. C.; REINEHR, M.; GALLON, M.; SANTI, A. L.; BASSO, C. J. Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.1, p.97-105, 2015.

LOPES, M. N. G.; SOUZA, E. B.; FERREIRA, D. B. S. Climatologia regional da precipitação no estado do Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, n 1, 2013.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G. *et al.* Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2011.

MIGUEL, P. S. B. GOMES, F. T.; ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, C. A.; OLIVEIRA, A. V. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. Juiz de Fora: **CES Revista**, v.24, n.1, p.13-29, 2010.

PAN, Renan. **Descompactação mecânica e biológica**: efeitos sobre as propriedades físicas e do carbono orgânico do solo. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2020.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, C. A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros Panicum e Brachiaria em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39,



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

n.4, p.360-370, 2009.

PETTER, F. A.; PACHECO, L. P.; PROCÓPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; VOLF, M. R. Seletividade de herbicidas à cultura do milho e ao capim-braquiária cultivadas no sistema de integração lavoura-pecuária. Semina: **Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.855–864, 2011.

PIAS, O. H. C. **Manejo da acidez do solo e adubação sulfatada no sistema plantio direto**. 2020. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

PRIMAVESI, A. O solo. *In*: PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. Cotia: Nobel, 2021. p. 78-95.

RECH, A. L. **Rotas para a agricultura sustentável: o livro dos agricultores**. Chapecó: Arcus, 2023. p. 7-112.

SAMPAIO, M. C. **Atributos químicos do solo, produtividade da soja e do cârtamo cultivados sob doses de calcário**. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2021.

SENSIX. **Guia definitivo com monitores de taxa variável**. E-Book, 2022.

SILVA, Marcelo Ribeiro da. **Influência do gesso agrícola no desenvolvimento da soja cv. BRS Tracajá**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Rondônia, Boa Vista, 2018.

SILVA, L. S.; GATIBONI, L. C.; ESCOSTEGUY, P. V.; SCIVITTARO, W. B.; SPAGNOLLO, E. Métodos de análise de solo e de plantas. *In*: SILVA, L.S.; GATIBONI, L. C.; ANGHINONI, I.; SOUSA, R. O. S. (org.). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. **Manual de calagem e adubação**. Pallotti, 2016. p. 51-62.

SILVA, L. S.; GATIBONI, L. C.; ESCOSTEGUY, P. V.; SCIVITTARO, W. B.; SPAGNOLLO, E. Métodos de análise de solo e de plantas. *In*: SILVA, L.S.;



Revista Inovação – Centro Universitário Fai
Vol 3, 2024
ISSN 2764-9199

GATIBONI, L. C.; ANGHINONI, I.; SOUSA, R. O. S. (org.). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. **Manual de calagem e adubação**. Pallotti, 2016. p. 51-62.

SORRATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p.675-688, 2008.

TSUJIGUSHI, B. P. **Aplicação de corretivos de acidez e gesso agrícola e movimentação de cátions no perfil de diferentes solos**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

UBIDA, Rodrigo Baltazar. **Produtividade da soja em sucessão a gramíneas e oleaginosas no sistema plantio direto**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.

YARA. **Como o pH influencia a produtividade da soja**. 2018. Disponível em: <https://www.yarabrazil.com.br/conteudo-agronomico/blog/influencia-produtividade-soja-ph/>. Acesso em: 18 novembro 2023.

WADT, P. G. S.; PEREIRA, J. E. S.; GONÇALVES, R. C.; SOUZA, C. B. C.; ALVES, L. S. Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. *In*: WADT, P. G. S. (ed.). **Documentos 90**, Embrapa, dez. 2003.