

MONITORAMENTO E MANEJO DE PONTOS DE COMPACTAÇÃO DO SOLO EM ÁREA DE CERRADO COM MIX DE COBERTURA

SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE PUNTOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN ZONA CERRADO CON MEZCLA DE COBERTURA

MONITORING AND MANAGEMENT OF SOIL COMPACTION POINTS IN CERRADO AREA WITH COVERAGE MIX

Flávia Maria de Oliveira¹; Thiago Alves Schirrmann²; Mauro de Lima³; Grazieli Suszek⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IICIAGROPDVAgro.0012>

RESUMO

Diante da importância da manutenção adequada dos solos presentes no cerrado brasileiro, que ocupa 24% do território nacional. Esses solos possuem características que podem ser limitantes para o sistema radicular das plantas, como baixa capacidade de troca de cátions, acidez elevada e baixo teor nutricional. A compactação do solo é um problema enfrentado nessa região, e ocorre quando o solo se comprime, expulsando o ar dos poros e aumentando a densidade do solo. Isso pode ser causado principalmente pelo trânsito de maquinários, tráfego de pessoas e animais. A compactação do solo prejudica o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas, comprometendo a absorção de água e nutrientes. Dentre as opções que auxiliam a descompactar o solo, destaca-se o uso de uma cobertura do solo com plantas adaptadas e raízes vigorosas, que ao adentrarem no solo, rompem o impedimento mecânico do solo e criam ‘canais’ de passagem de ar e água, além de melhorar a agregação do solo. O objetivo foi interpretar e identificar possíveis pontos de compactação no solo a fim de manejá-los de maneira precisa para garantir a homogeneidade da área após a implantação do mix. Para isso, foram demarcados 48 pontos amostrais em uma área de aproximadamente 1 hec, na qual realizou-se análises de resistência a penetração do solo, análises de massa seca e coleta de solo. Os dados foram coletados ao longo de 3 implantações: 2 safras de girassol e uma implantação de mix de cobertura com milheto (*Pennisetum glaucum* L.), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), e *Brachiaria ruziziensis*. O mix de cobertura se mostrou uma alternativa eficiente, de baixo custo, fácil implantação e condução. Possui capacidade de recuperação da matéria orgânica perdida pela gradagem. Nos primeiros meses de implantação a compactação gerada no plantio pode sobressair nas camadas superficiais, entretanto, ao longo do perfil do solo, se demonstrou como uma forte opção para descompactar áreas onde a maioria dos implementos utilizados não conseguem alcançar.

Palavras-Chave: Mix, Compactação, RSP, AP, Monitoramento

RESUMEN

Dada la importancia del mantenimiento adecuado de los suelos presentes en el cerrado brasileño, que ocupa el 24% del territorio nacional. Estos suelos tienen características que pueden ser limitantes para el sistema radicular de las plantas, como baja capacidad de intercambio catiónico, alta acidez y bajo contenido nutricional. La compactación del suelo es un problema que se enfrenta en esta región, y ocurre cuando el suelo se comprime, expulsando el aire de los poros y aumentando la densidad del suelo. Esto puede ser causado principalmente por el movimiento de maquinaria, personas

¹ Acadêmico em agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, thiago.schirrmann@estudante.ifms.edu.br

² Acadêmica em agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, flavia.oliveira@estudante.ifms.edu.br

³ Engenheiro agrícola, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, mauro.lima@ifms.edu.br

⁴ Engenheira agrícola, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, grazieli.suszek@ifms.edu.br

y animales. La compactación del suelo perjudica el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de las plantas, comprometiendo la absorción de agua y nutrientes. Entre las opciones que ayudan a descompactar el suelo, destacamos el uso de un cubresuelo con plantas adaptadas y raíces vigorosas, que al penetrar en el suelo rompen el impedimento mecánico del suelo y crean 'canales' para el paso del aire y agua. , además de mejorar la agregación del suelo. El objetivo fue interpretar e identificar posibles puntos de compactación en el suelo para gestionarlos con precisión para garantizar la homogeneidad del terreno tras la implantación de la mezcla. Para ello se demarcaron 48 puntos de muestreo en un área de 1 hec aproximadamente, en los cuales se realizaron análisis de resistencia a la penetración del suelo, análisis de masa seca y recolección de suelo. Los datos se recopilaban en 3 implementaciones: 2 cultivos de girasol y una implementación de mezcla de cobertura con mijo perla (*Pennisetum glaucum* L.), cáñamo sunn (*Crotalaria spectabilis*) y *Brachiaria ruziziensis*. El mix de cobertura demostró ser una alternativa eficiente, de bajo costo, fácil de implementar y realizar. Tiene la capacidad de recuperar la materia orgánica perdida por la rastra. En los primeros meses de implantación, la compactación generada en la siembra puede destacarse en las capas superficiales, sin embargo, a lo largo del perfil del suelo, demostró ser una fuerte opción para descompactar zonas donde la mayoría de los implementos utilizados no llegan.

Palabras Clave: Mezcla, Compresión, RSP, AP, Monitoreo

ABSTRACT

Given the importance of proper maintenance of soils present in the Brazilian cerrado, which occupies 24% of the national territory. These soils have characteristics that can be limiting for the root system of plants, such as low cation exchange capacity, high acidity and low nutritional content. Soil compaction is a problem faced in this region, and it occurs when the soil is compressed, expelling the air from the pores and increasing the soil density. This can be mainly caused by the movement of machinery, people and animals. Soil compaction impairs the growth and development of the root system of plants, compromising the absorption of water and nutrients. Among the options that help to decompact the soil, we highlight the use of a soil cover with adapted plants and vigorous roots, which, when entering the soil, break the mechanical impediment of the soil and create 'channels' for the passage of air and water. , in addition to improving soil aggregation. The objective was to interpret and identify possible points of compaction in the soil in order to manage them precisely to guarantee the homogeneity of the area after the implantation of the mix. For this, 48 sampling points were demarcated in an area of approximately 1 hec, in which analyzes of resistance to soil penetration, dry mass analyzes and soil collection were carried out. Data were collected over 3 deployments: 2 sunflower crops and a cover mix deployment with pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.), sunn hemp (*Crotalaria spectabilis*), and *Brachiaria ruziziensis*. The coverage mix proved to be an efficient, low-cost, easy-to-deploy and conduct alternative. It has the ability to recover the organic matter lost by harrowing. In the first months of implantation, the compaction generated in the planting can stand out in the surface layers, however, along the soil profile, it proved to be a strong option to uncompact areas where most of the implements used cannot reach.

Keywords: Mix, Compaction, RSP, AP, Monitoring

INTRODUÇÃO

Os solos presentes nos cerrados brasileiros possuem uma extensão vasta, e por isso, torna-se primordial a manutenção adequada deste importante solo que ocupa 24% do território (BEUTLER, 2003) e (NASCIMENTO *et al.*, 2020). São caracterizados pela propensão natural à apresentação de fatores limitantes ao sistema radicular da planta. Tal como: Uma baixa capacidade de troca de cátions (CTC), acidez elevada e um baixo teor nutricional devido a sua intensa intemperização (NASCIMENTO *et al.*, 2020) e (SILVA *et al.*, 2012). Por possuírem boa qualidade estrutural, usualmente são empregados na agricultura após a correção de solo e adubação (SILVA *et al.*, 2011). O manejo incorreto destes solos,

principalmente se tratando no momento de trânsito de maquinários, pode comprometer as estruturas e degradando-o e adquirindo resistência mecânica (SILVA *et al.*, 2011).

A compactação do solo é um processo no qual o solo é comprimido e o ar é expulso dos poros modificando a estrutura a nível de partículas e agregados, que passam a ocupar um menor espaço, e conseqüentemente, aumentando a densidade do solo. Esta pode ser encontrada em níveis superficiais ou subsuperficiais podendo ser ocasionada também por fatores menos invasivos como a chuva e o tráfego de animais (BORGES *et al.*, 2014) e (BEUTLER, 2003).

A compactação do solo ideal é um dos fatores determinantes para o crescimento e desenvolvimento correto do sistema radicular, e conseqüentemente, garantir que adentre no solo promovendo a absorção de água e nutrientes de forma ideal, equivalente também a parte aérea. Há estudos que destacam modificações ainda mais específicas dos malefícios da compactação como: Uso do carbono que deveria estar presente na parte aérea nas raízes e aumento em diâmetro radicular e estabilização do crescimento em profundidade (BEUTLER, 2003).

A atribuição física que relaciona a densidade do solo e sua umidade na qual é percebida pela resistência mecânica é denominada resistência à penetração. Esta varia intrinsecamente de acordo com a densidade do solo e são fatores determinantes para a qualificação do solo (LIMA *et al.*, 2010) Esta medição é parametrizada em diversas literaturas, na qual há variações. Para Borges *et al.*, (2014), valores acima de 2,5 Mpa começam a restringir o crescimento radicular, e para Lima *et al.*, (2010) a RP com valores acima de 2,0 Mpa é considerada alta.

Diante disto, o presente estudo busca acompanhar, interpretar e identificar possíveis pontos de compactação a fim de manejá-los de maneira precisa para garantir a homogeneidade da área.

REFERENCIAL TEÓRICO

Algumas plantas podem contribuir para a melhora da estrutura do solo em função da tolerância em relação a estas condições, que conforme desenvolve-se seu sistema radicular, sua permeabilidade garante aeração, agregação e conseqüentemente, diminuição da compactação do solo (LIMA, PETTER, LEANDRO;2015). Estas raízes devem ser vigorosas, de forma que possuam capacidade de romper os impedimentos mecânicos e penetrar no solo. (KOCHHANN, DENARDMN, BERTON; 2000)

Após dois anos de sucessão de girassol (*Helianthus annuus*), de acordo com Santos,

Saraiva, Debiasi (2021), Para que se garanta uma redução de ataque de pragas, menor incidência de plantas daninhas, maior incremento de matéria vegetal, estruturação, estabilização e redução da compactação do solo torna-se necessário o uso de rotação de culturas como forrageiras tropicais, crotalária e Milheto.

A *brachiaria ruziziensis* é uma forrageira tropical altamente difundida, possui facilidade de plantio e manejo, produzindo em média 20 t/ano de massa seca. Podendo atuar como cobertura de solo, assimilando nutrientes indisponíveis para outras culturas e tornando o solo mais saudável (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Conforme demonstrado por Garcia, Ceccon, Machado (2020) O uso da crotalária com espécies forrageiras como a *brachiaria ruziziensis* na cidade de Nova Andradina (MS) foi positivo para a produção de biomassa e descompactação do solo. Estudos de Santos *et al.*, (2018) apontam que o milheto (*Pennisetum glaucum L.*) é uma cultura que está inserida no cerrado que também possui potencial para atuar na melhora física do solo.

METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada como quali-quantitativa de natureza experimental. O experimento está localizado na área experimental do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - Câmpus Nova Andradina, localizado na fazenda Santa Bárbara, Rodovia MS-473, km 23, s/n. sob as coordenadas geográficas 22° 04' 56, 33" de latitude sul e 53° 58' 08,38" de longitude Oeste de Greenwich, Possui um clima tropical AW megatérmico com estação invernososa pouco definida ou quase ausente, possuindo concentrações de chuvas nos meses de verão e secas no inverno de acordo com a classificação de Köppen e solo predominante é denominado neossolo quartzarênico, sem horizonte A definido, textura arenosa, com 843 g/dm³ de areia e 27 g/dm³ de silte. O dimensionamento total é de aproximadamente 1 hec, na qual foi dividida em 48 pontos amostrais, tendo georreferenciamento com o gps topográfico no centro de cada uma delas.

A área foi utilizada para pastagem rotacional (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) por muitos anos. Durante o ano de 2019, metade da área foi trabalhada com cultura do girassol e a outra metade permaneceu pastagem, apresentando boa produtividade e boa qualidade de grãos. Já em 2020 devido à pandemia a área permaneceu em pousio, com retorno da pastagem, devido ao seu rico banco de sementes. Em 2021 toda área foi preparada com gradagem e implantada com Girassol juntamente com uma adubação de base, mas devido a problemas climáticos ocorridos, a área apresentou baixa produtividade.

Para esse estudo, a área foi preparada com calagem e gradagem, conforme abordado e explanado na metodologia de Souza, Lobato e Rein (1995), onde foram implantadas as espécies de milho (*Pennisetum glaucum L.*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), e *Brachiaria ruziziensis*, mantendo seu desenvolvimento conjunto e uma cobertura total do solo. Foi realizada a semeadura de 20 kg ha⁻¹ a lanço, sendo 10 kg de semente de milho para o arranque inicial, promovendo a cobertura inicial do solo, 6kg de crotalária, que se desenvolveu juntamente com o milho, atuando na fixação biológica de nitrogênio, e 4 de brachiaria, mantendo a cobertura mais tardia após o término do ciclo vegetativo do milho. Este consórcio foi realizado embasado em Leite e Meira.

Em cada parcela, foi realizada a amostragem de solo respeitando um grid amostral de 0-20 cm com seis sub-amostras coletadas com um perfurador em um raio de 3 m. Em seguida, foi realizada a análise de resistência à penetração do solo com o penetrômetro digital FALKER, modelo PenetroLOG PLG1020, coletando dados a cada 0,01 m a uma profundidade máxima de 0,6 m. Conforme consta na literatura de Souza *et. al.* (2015) em conjunto foi feita a amostragem de solo na profundidade 0,0-0,2 m, utilizando cilindro volumétrico, para análise do teor de umidade, sendo determinada pelo método padrão da estufa.

Ao todo foram realizadas três coletas: em dezembro de 2021 antes da implantação total do girassol, maio de 2022 antes da implantação do *mix* e dezembro de 2022. Os mapas de calor foram gerados por meio do programa ArcGIS a partir dos dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da comparação de dados de solo, oriundos de análises químicas realizadas nos anos de 2021, maio de 2022 e dezembro de 2022, observa-se um aumento em acidez (Ph) de 2021 para maio de 2022 e se estabiliza após a calagem. O P se manteve estável, juntamente com a quantidade de matéria orgânica, já que foi utilizada a gradagem. Os nutrientes K, Fe e Cu elevaram os níveis em maio de 2022 devido a adubação de base (Exceto Br devido a grande necessidade do Girassol em relação á este nutriente), e mesmo sem adubação para a implantação do *mix*, se mantiveram em níveis próximos dos dados de maio/2022 o que pode estar relacionado com a ciclagem de nutrientes e disponibilização de nutrientes que antes estavam indisponíveis.

Os níveis de Mn, Zn, Ca, Mg e V% aumentaram. Uma hipótese para o acontecimento é a própria calagem, a decomposição da matéria orgânica como raízes que perfilham o solo e

maior disponibilidade de nutrientes. O alumínio foi zerado devido a calagem e a soma de bases diminuiu em função do consumo de nutrientes, conforme demonstrado na figura 1.

Figura 1: Comparação de médias de dados químicos

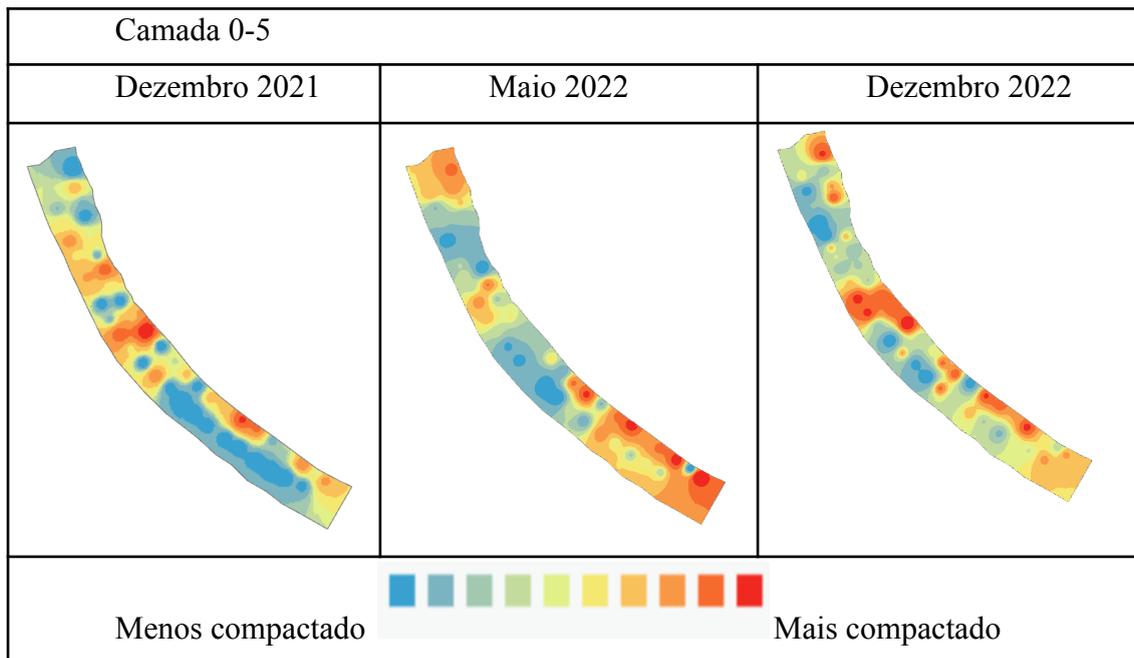
	Média 2020	Média 2021	Média 2022
pH	5,23	4,78	5,58
P (mg/dm ³)	0,98	0,97	0,99
K (mg/dm ³)	8,78	37,38	23,22
Ca (cmolc/dm ³)	1,36	0,57	0,94
Mg (cmolc/dm ³)	0,91	0,35	0,78
Al (cmolc/dm ³)	0,16	0,12	0
SB (cmolc/dm ³)	2,29	10,2	1,78
V%	61,6	36,57	57,35
MO (g/dm ³)	14,17	9,92	9,9
Fe (mg/dm ³)	4,45	84,74	74,9
Cu (mg/dm ³)	0,02	0,42	0,27
Zn (mg/dm ³)	0,05	0,38	0,87
B (mg/dm ³)	0,35	0,24	0,22
Mn (mg/dm ³)	1,01	15,58	20,48

*pH - potencial Hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; SB - Soma de bases; MO - Matéria Orgânica; M% - Saturação por Alumínio; V % - Saturação de Bases; B - Boro; Mn - Manganês; Fe - Ferro; Cu - Cobre; Zn - Zinco; Prod. - Produtividade; PMA - Peso de mil aquênios; Mín - Mínimo; Máx. - Máximo; Méd. - Média; Medi. - Mediana; D.P. - Desvio padrão; C.V. - Coeficiente de variação; Curt. - Curtose; Ass. - Assimetria; Norm. - Normalidade, verificada através dos testes de Anderson Darling e Kolmogorov Smirnov (5% de significância).

Fonte: Própria (2023).

Em relação a compactação do solo, na camada de 0-5 cm, houve uma maior incidência de pontos de compactação média à alta em maio de 2022, que após o mix está se restabelecendo entre os pontos 24 à 30. Houve um agravamento nos pontos 16, 17, 36 e 48. Este maior índice de compactação pode ser ocasionado pelo próprio relevo na passagem do maquinário, tráfego de pessoas e animais, pois esta camada é facilmente modificada.

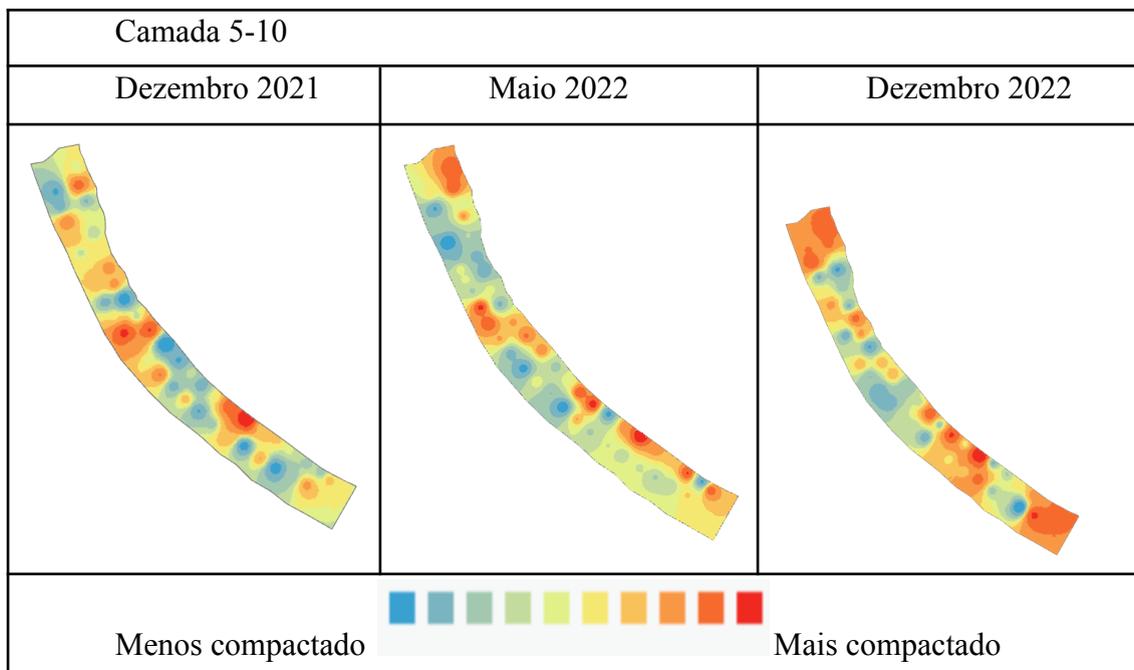
Quadro 1: Comparação de mapas de calor na camada de 0-5cm



Fonte: Própria (2023).

Na faixa de 5 à 10 cm, a segunda safra de girassol intensificou alguns pontos de alta compactação, mas atuou na recuperação de grande parte da área. Após o mix, os pontos 1, 2, 47 e 48 estão com indícios de compactação, juntamente com a área 23 à 26 e o ponto 30.

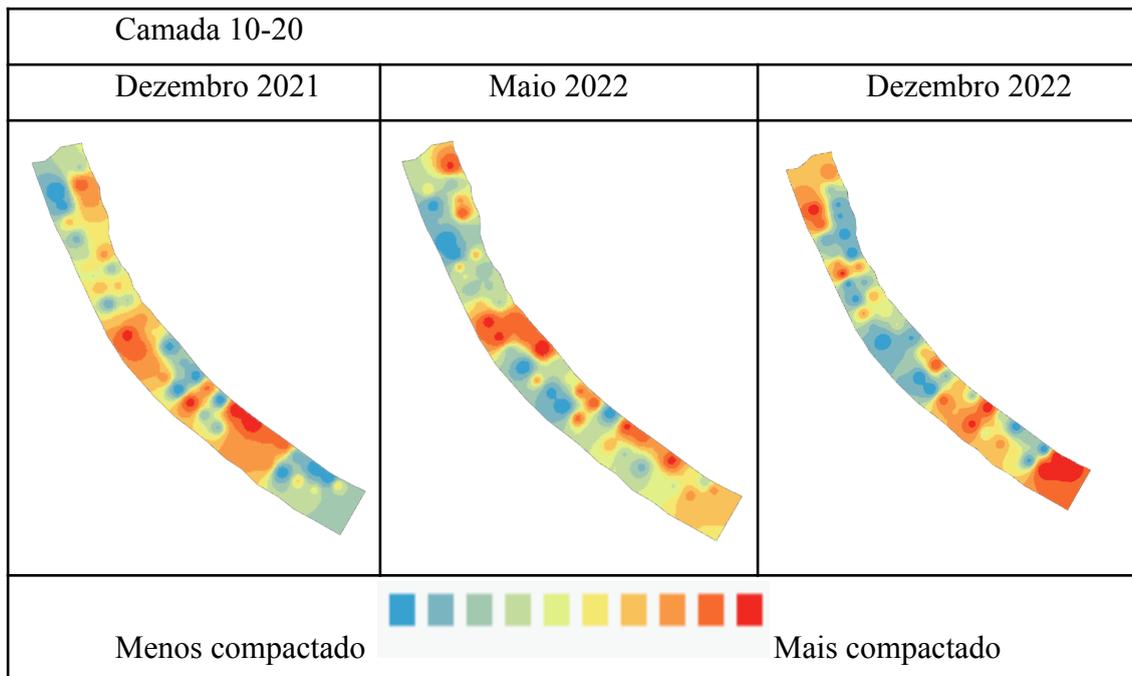
Quadro 2: Comparação de mapas de calor na camada de 5-10 cm



Fonte: Própria (2023).

Entre os 10 e 20 cm, nota-se que em dezembro de 2021 havia pontos de degradação média espalhados, na qual em maio de 2022 foram se isolando e intensificando em 5 locais. Após a implantação do mix, o ponto 3, que anteriormente estava estável passou a ser compactado, juntamente com a intensificação dos pontos 24, 25, 29 e 19.

Quadro 3: Comparação de mapas de calor na camada de 10-20 cm

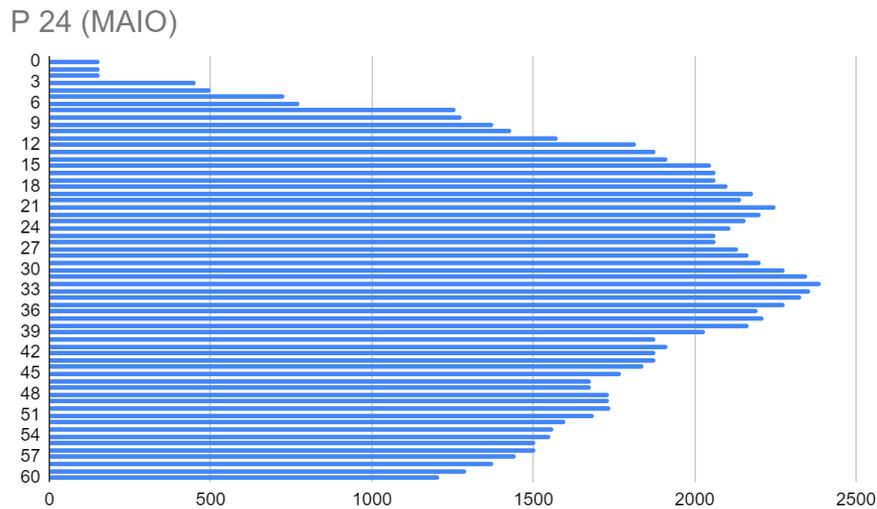


Fonte: Própria (2023).

Conforme demonstrado, os pontos de interesse 24, 25, 26, 30 e 48 foram isolados devido a repetição de aparição como ponto compactado após o mix e feito os mapas de resistência do solo à penetração.

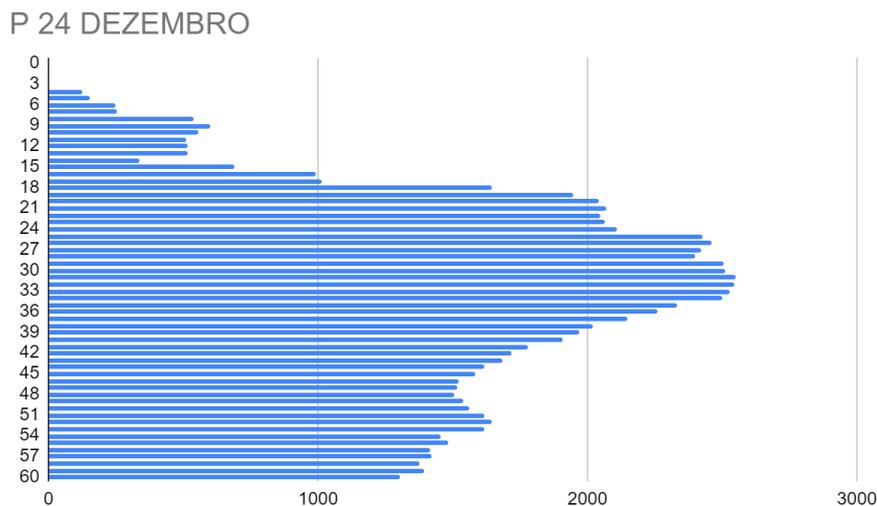
No ponto 24, apesar de haver uma piora nas camadas mais superficiais, após a implantação do mix apenas 19 cm estão acima de 2 kpa, enquanto anteriormente estavam 25 cm. Houve uma suposta melhora abaixo dos 20 cm, local denominado ‘pé de grade’, conforme figuras 2 e 3.

Figura 2: Comparação de médias de RSP no ponto 24



Fonte: Própria (2023).

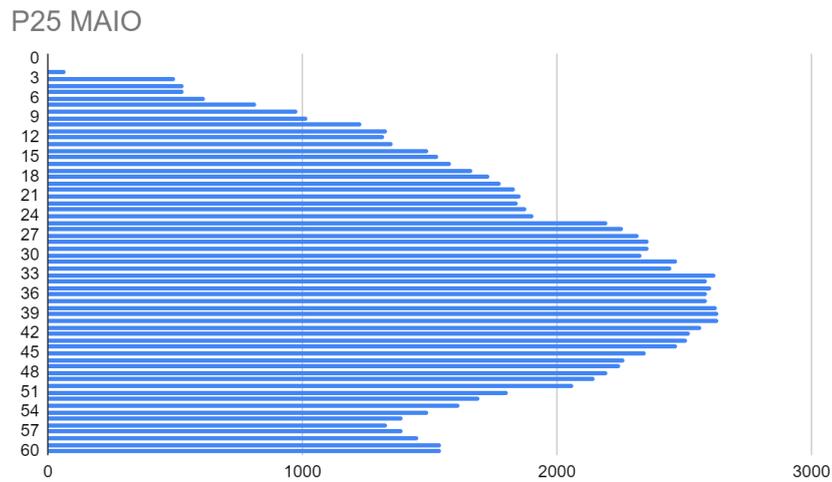
Figura 3: Comparação de médias de RSP no ponto 24



Fonte: Própria (2023).

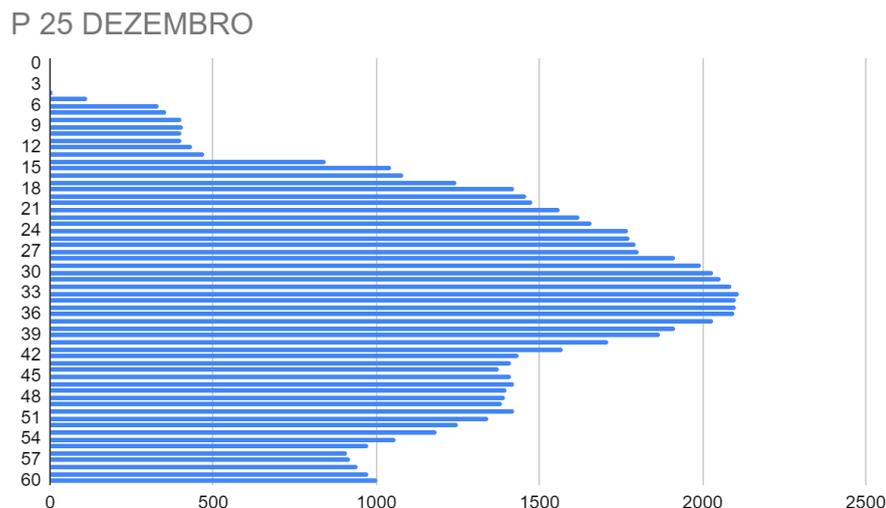
O ponto 25 apenas 8 cm estão em situação de compactação (acima de 2 kPa), enquanto anteriormente havia 26 cm de solo compactado. Novamente, apesar de haver a compactação superficial, que pode ter sido ocasionada no próprio plantio, o mix se mostrou eficiente nas áreas de solo que não são abrangidas pela gradagem.

Figura 4: Comparação de médias de RSP no ponto 25



Fonte: Própria (2023).

Figura 5: Comparação de médias de RSP no ponto 25

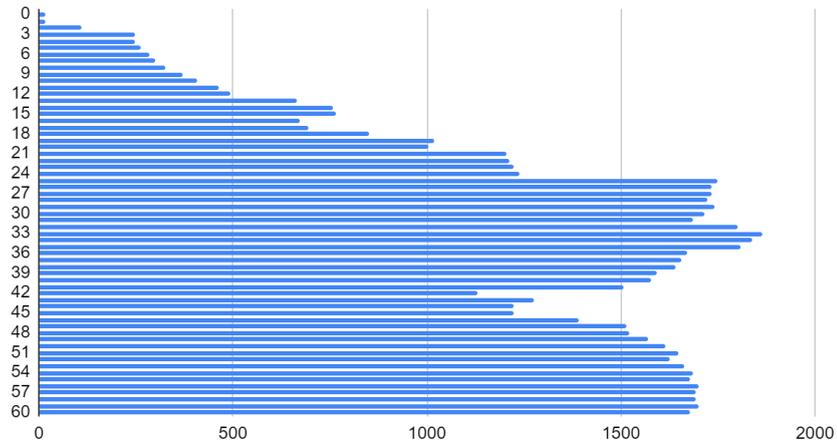


Fonte: Própria (2023).

No local denominado 26, houve uma piora de maio de 2022 para dezembro do mesmo ano: Em maio não havia solo acima de 2 Kpa, enquanto em dezembro 17 cm passaram deste limite. Há diversas especulações sobre o ocorrido, dentre elas, ao analisar a mostra química, foi identificado baixos níveis de Mg/T(%) e um nível maior de H+Al. Estes fatores podem influenciar no desenvolvimento das plantas, que uma vez não bem estabelecidas em conjunto com o tráfego de maquinário não impediram a compactação.

Figura 6: Comparação de médias de RSP no ponto 26

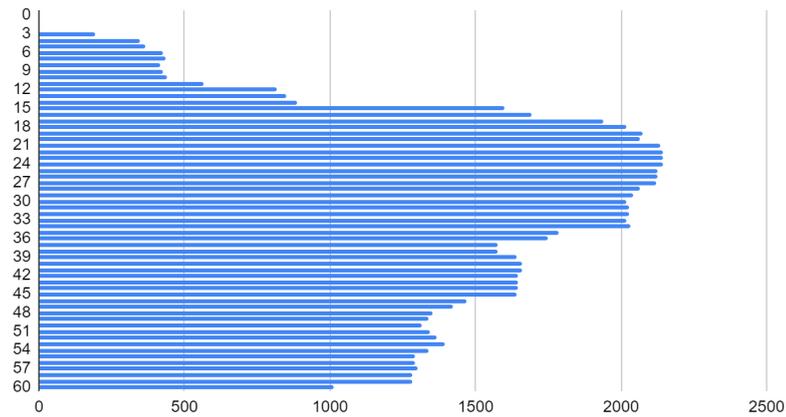
P 26 MAIO



Fonte: Própria (2023).

Figura 7: Comparação de médias de RSP no ponto 26

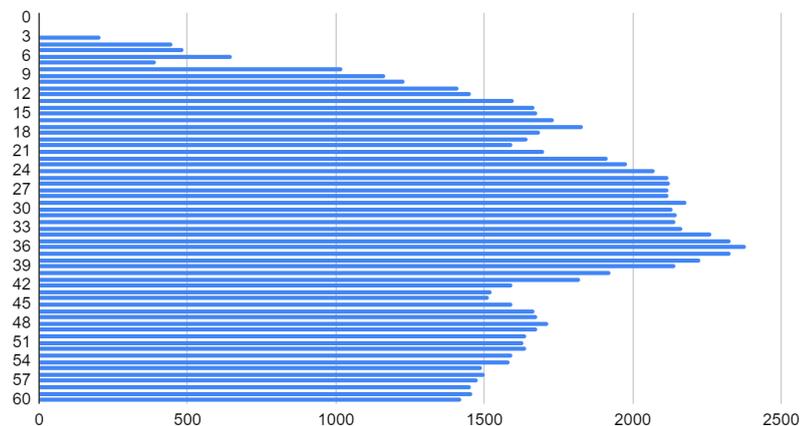
P 26 DEZEMBRO



Fonte: Própria (2023).

Figura 8: Comparação de médias de RSP no ponto 30

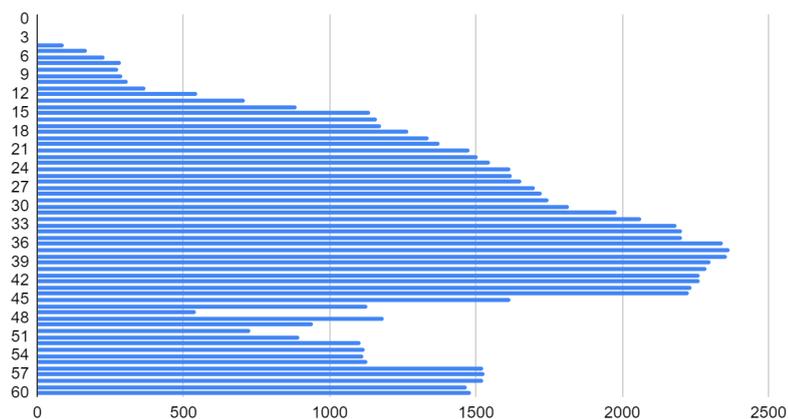
P 30 MAIO



Fonte: Própria (2023).

Figura 9: Comparação de médias de RSP no ponto 30

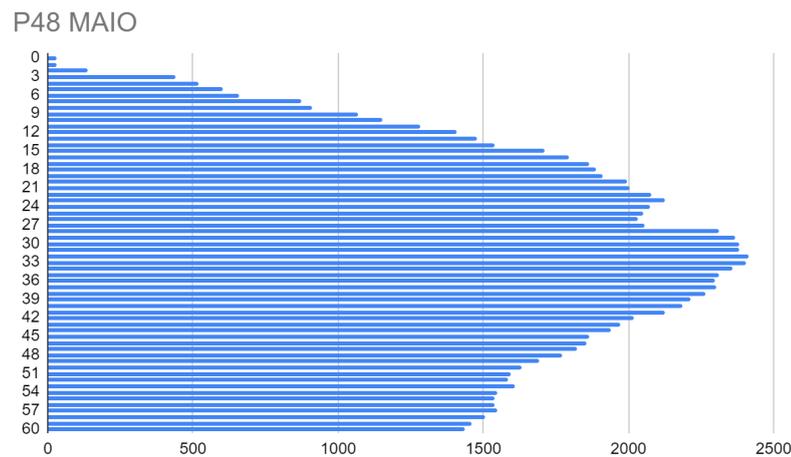
P 30 DEZEMBRO



Fonte: Própria (2023).

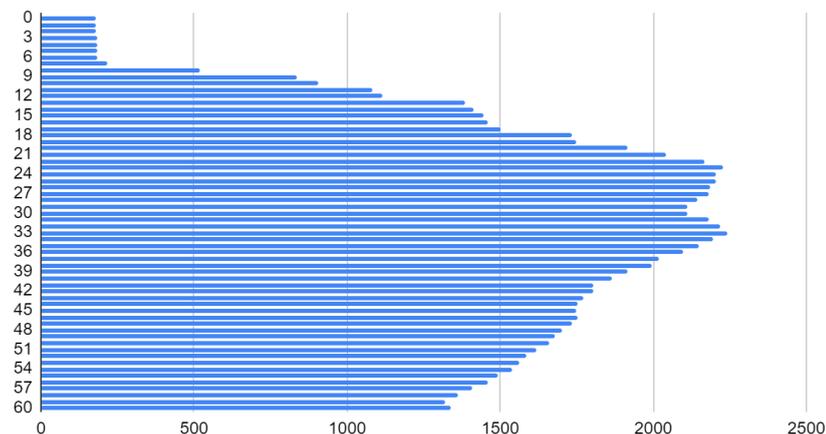
Na amostragem 48, houve uma redução de 4 cm de compactação e uma menor incidência de pontos compactados.

Figura 10: Comparação de médias de RSP no ponto 48



Fonte: Própria (2023).

Figura 11: Comparação de médias de RSP no ponto 48



Fonte: Própria (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mix de cobertura se mostrou uma alternativa no manejo de solo como um todo. Por ser de baixo custo inicial e alta tolerância e facilidade de implantação, mesmo sob as condições do solo do cerrado nova-andradinense, desenvolve-se a ponto de recuperar a matéria orgânica perdida. Nos primeiros meses de implantação a compactação gerada no plantio pode sobressair nas camadas superficiais, entretanto, ao longo do perfil do solo, se demonstrou como uma opção para descompactar áreas onde a maioria dos implementos utilizados não conseguem alcançar.

Deve-se levar em consideração que autores como Oliveira *et al.*, (2015) consideram que o tempo ideal para que as plantas de coberturas demonstrem seu máximo potencial de recuperação é de 20 meses. É importante ressaltar que com o avanço de pesquisas, novas

adaptações de manejo demonstram auxiliar em um melhor manejo do solo.

REFERÊNCIAS

- BEUTLER, A. N. **Efeito da compactação do solo e do conteúdo de água nas características agronômicas de soja e arroz de sequeiro.** (Tese doutorado em agronomia - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal). 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105295>. Acesso em: 05 maio 2023.
- BORGES, B. L.; PEREIRA, R. S.; RIBEIRO, E. S.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PASA, M. C. avaliação da compactação do solo em área de cerrado sensu stricto submetido a distúrbios por desmatamento e tratamentos silviculturais. **biodiversidade**, v. 13, n. 1, 2014.
- GARCIA, R. A.; CECCON, G. MACHADO, L. A. Z. Inserção de crotalárias em sistemas de produção de grãos e renovação de pastagens. **circular técnica 51**. Dourados, MS, 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1129490/1/CT-51-2020.pdf>. Acesso em: 03 junho 2023.
- KOCHHANN, R. A.; DENARDMN, J. E.; BERTON, A. L. Compactação e Descompactação de Solos. **Embrapa trigo**. Passo fundo-RS, 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84191/1/CNPT-DOC.-19-00.pdf>. Acesso em: 12 junho 2023.
- LEITE, C. D.; MEIRA, A. L. Consórcio de plantas. **Coordenação de Agroecologia - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/arquivos-producao-vegetal/6-consorcio-de-plantas.pdf> Acesso em: 22 julho 2023.
- LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P.; NARIMATSUL, K. C. P.; SILVA, M. G.; QUEIROZ, H. A. Atributos físico-químicos de um Latossolo do cerrado brasileiro e sua relação com características dendrométricas do eucalipto. **Revista brasileira de ciência do Solo**, v. 34, p. 163-173, 2010
- LIMA, L. B.; PETTER, F. A.; LEANDRO, W. M. Desempenho de plantas de cobertura sob níveis de compactação em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 1064-1071, 2015.
- NASCIMENTO, L. S.; ARAUJO, A. R.; FERREIRA, A. D.; CORRÊA, B. O.; FERREIRA, A. D.; MACEDO, M. C. M.; BONO, J. A. M.; ZIMMER, A. H. Resistência do solo à penetração em diferentes sistemas de uso e manejo na região do Cerrado. **Embrapa Gado de Corte**. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1127937>. Acesso em: 12 maio 2023.
- OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; BORGHI, E.; CECCON, G.; CASTRO, G. S. A. Atributos da braquiária como condicionador de solos sob integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta. **Embrapa arroz e feijão**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/arroz-e-feijao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1022418/atributos-da-braquiaria-como-condicionador-de-solos-sob-integracao-lavoura-pecuaria-e-integracao-lavoura-pecuaria-floresta>. Acesso em: 30 maio 2023.

SANTOS, J. C. F.; SARAIVA, O. F.; DEBIASI, H. Rotação de culturas. **Embrapa soja**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/manejo-do-solo/rotacao-de-culturas>. Acesso em: 20 maio 2023.

SANTOS, T.R.; LEANDRO, W. M.; MIRANDA, R. F.; JÚNIOR, E. J. A.; CARDOSO, R. M. impacto da densidade do solo sobre o crescimento de variedades de milho. **Multi-Science Journal**. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifgoiano.edu.br/multiscience/article/view/626>. Acesso em: 30 maio 2023.

SILVA, A. R.; SILVA, L. L.; FRAZÃO, J. J.; SALGADO, F. H. M.; SILVA, M. C.; CORRECHEL, V. Resistência mecânica à penetração do solo com diferentes coberturas vegetais sob sistema. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Garça*, v. 22, n. 2, p. 1-13, 2012.

SILVA, E. M. B.; ANICÉSIO, E. C. A.; SILVA, F. C. M.; DOURADO, L. G. A.; AGUERO, N. F. Compactação do solo na cultura do trigo em Latossolo do cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, 2011.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. REIN, T. A. Uso de gesso agrícola nos solos dos cerrados. Planaltina: **EMBRAPA-CPAC**. 1995. (EMBRAPA-CPAC, Circular Técnica, 32).

SOUZA, L. F. R. A.; MENEZES, A. S.; JÚNIOR, J. C. L.; LOBATO, M. G. R.; CHAVES, A. F.; ALENCAR, T. L. Avaliação de penetrômetros na medição da resistência do solo à penetração. **Congresso brasileiro de ciência do solo**. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/2079.pdf>. Acesso em: 22 julho 2023.