

Efeito da fertirrigação com água residuária de laticínios na salinidade do solo cultivado com capim Mombaça

A indústria de laticínios caracteriza-se por consumir grande quantidade de água para operações de processamento e limpeza, bem como pela geração elevadas de águas residuárias (efluentes), os quais, quando dispostos de maneira inadequada, podem causar efeitos deletérios ao solo, às culturas e aos corpos hídricos. Assim, com este estudo, objetivou-se determinar as possíveis alterações na dispersão de argila e no índice de saturação por sódio em solo cultivado com capim Mombaça, quando aplicadas doses de água residuária de laticínios de modo a fornecer teores de sódio variando de 75 a 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹. De acordo com os resultados, pôde-se concluir que não houve alterações no solo e que a taxa de 600kg ha⁻¹ ano⁻¹ pode ser utilizada sem causar problemas de salinidade ao solo.

Palavras-chave: Efluente; Reuso; Dispersão de argila.

Effect of fertigation with dairy wastewater in the salinity of the soil cultivated with Mombaça grass

The dairy industry is characterized by consuming a large amount of water for processing and cleaning operations, as well as high generation of wastewater (effluents), which, when disposed improperly, can cause deleterious effects to the soil, cultures and water bodies. Thus, this study aimed to determine the possible changes in clay dispersion and sodium saturation index in soil grown with Mombaça grass, when applied doses of dairy wastewater in order to provide sodium content ranging from 75 to 600 kg ha⁻¹ year⁻¹. According to the results, it was concluded that there were no changes in the soil and that the rate of 600kg ha⁻¹ year⁻¹ can be used without causing soil salinity problems.

Keywords: Effluent; Reuse; Clay dispersion.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **02/08/2022**

Approved: **25/08/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

José Antonio Rodrigues de Souza 
Instituto Federal Goiano, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1637300776838940>
<https://orcid.org/0000-0003-3024-9424>
jose.antonio@ifgoiano.edu.br

Débora Astoni Moreira 
Instituto Federal Goiano, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0892554192927049>
<https://orcid.org/0000-0002-8658-1269>
debora.astoni@ifgoiano.edu.br

Janine Mesquita Gonçalves 
Instituto Federal Goiano, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6297254122829148>
<https://orcid.org/0000-0003-1367-4488>
janine.goncalves@ifgoiano.edu.br

Soraya Carmelita Novaes Thomazini 
Instituto Federal Goiano, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5776093542731373>
<https://orcid.org/0000-0002-7443-1052>
sorayathomazini@yahoo.com.br

Ellen Lemes Silva 
Instituto Federal Goiano, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2020996967548069>
<https://orcid.org/0000-0001-5649-5055>
ellen_cbba@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.008.0013

Referencing this:

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; GONÇALVES, J. M.; THOMAZINI, S. C. N.; SILVA, E. L.. Efeito da fertirrigação com água residuária de laticínios na salinidade do solo cultivado com capim Mombaça. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.8, p.167-175, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.008.0013>

INTRODUÇÃO

A indústria de laticínios representa uma atividade de grande importância na economia brasileira e mundial, não apenas devido ao volume de oferta e geração de divisas, mas, também, pela composição na dieta alimentar humana. O Brasil é o sexto maior produtor mundial de leite e possui condições para se tornar um dos maiores exportadores de produtos lácteos devido às suas vantagens tais como disponibilidade de água, terra e custo de produção competitivo (OLIVEIRA et al., 2014).

No entanto, trata-se de uma atividade que consome muita água e gera grande quantidade de efluentes, cujos volumes dependem do tipo de processo utilizado, dos produtos produzidos, da qualidade da água requerida e das práticas de gestão aplicadas (VOURCH et al., 2008). Segundo Saraiva et al. (2009), relação entre o volume de leite processado e o volume de efluente gerado, chamada de coeficiente volumétrico de efluente líquido ou coeficiente de geração de efluente pode oscilar entre de 1,1 a 6,8 litros de efluente por litro de leite processado.

Os efluentes líquidos (águas residuárias) apresentam elevados teores de matéria orgânica, gorduras, sais, sólidos suspensos e nutrientes, e são considerados a principal fonte de poluição dessas indústrias. Diversos problemas têm sido relatados durante o tratamento convencional desses efluentes, que normalmente inclui tratamento primário para remoção de sólidos suspensos e gorduras e, tratamento secundário biológico, para a degradação da matéria orgânica. Esses problemas estão relacionados à elevada produção de espuma, à baixa sedimentabilidade do lodo, à baixa resistência a choques de carga, às dificuldades na remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e aos problemas na degradação de gorduras, óleos e outros tipos específicos de poluentes, como corantes (CAMMAROTA et al., 2006).

Assim, a utilização de águas residuárias de laticínios na agricultura têm surgido como uma alternativa para controle da poluição das águas superficiais e subterrâneas, além da disponibilização de água e fertilizantes para as culturas, ciclagem de nutrientes e aumento na produção agrícola, reduzindo os custos de produção e melhorando as características físicas, químicas e microbiológicas do solo (CAVALCANTE, 2012).

Todavia, o uso incorreto pode trazer efeitos deletérios tanto ao solo quanto à cultura. A taxa de aplicação de águas residuárias deve estar baseada no nutriente que estiver em maior concentração relativa e na quantidade deste nutriente requerido pela cultura, pois, caso esses níveis sejam suplantados, além de comprometer a produtividade da cultura, podem provocar poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas (MATOS, 2014).

As principais alterações descritas para os solos fertirrigados com águas residuárias se resumem aos efeitos sobre o carbono e nitrogênio totais, atividade microbiana e N-mineral, cálcio e magnésio trocáveis, salinidade, sodicidade e dispersão de argilas (FONSECA et al., 2007). Em resumo, a disposição de águas residuárias no sistema solo-planta, quando feita sem critérios agrônômicos e ambientais, pode causar problemas de infiltração de água no solo, de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas e de toxicidade às plantas (ERTHAL et al., 2010).

Segundo Valdez et al. (2010) águas de irrigação com predomínio de bicarbonatos, elevada

condutividade elétrica e baixa razão de adsorção de sódio, a exemplo das águas residuárias de laticínios, podem acarretar aumento do pH do solo, conseqüentemente diminuindo a disponibilidade dos nutrientes do solo, podendo acentuar a deficiência dos nutrientes, principalmente de micronutrientes. Também, a presença de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas e pode tornar os solos inadequados ao cultivo (AYERS et al., 1999).

De acordo Larcher (2006), o valor máximo de sódio absorvido pelas plantas em habitat halófito é de 150 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Embora estudos sobre o aproveitamento agrícola de diversos tipos de águas residuárias já tenham sido realizados, pouco se conhece a respeito das doses a serem aplicadas da água residuária de laticínios, considerando-se o sódio como elemento químico referencial, de forma a não comprometer a qualidade química e física do solo, de produtividade da cultura e não contaminar as águas subterrâneas, fazendo com que, dessa forma, a prática de aproveitamento da água residuária seja agrônômica e ambientalmente sustentável.

Sabendo-se do grande impacto ambiental negativo provocado pela disposição inadequada da água residuária de laticínios e do potencial que apresenta para ser aproveitado na fertirrigação de culturas agrícolas, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar as possíveis alterações no solo cultivado com capim Mombaça quando submetido a diferentes doses de sódio fornecido pela fertirrigação com água residuária de laticínios.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí (IFGoiano), em Urutaí - GO, localizado a 17°29'6"S, 48°12'27"O e altitude de 712 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, caracterizado como úmido tropical com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação e temperatura médias, anuais, de 2000 mm e 28 °C (SILVA, 2015).

Amostras de solo da área experimental, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 90-100 cm, foram coletadas e conduzidas ao Laboratório de Pesquisa e Análises Químicas, do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, para determinação das características físicas e químicas, conforme metodologias descritas em EMBRAPA (1997). Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da caracterização do solo utilizado nos ensaios experimentais.

Tabela 1: Caracterização física e química do solo nas diferentes camadas da área experimental.

Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	MOS	SB
	mg dm ⁻³						cmol _c dm ⁻³		g kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³
0-10	4,99	0,00	0	0,221	0,504	4,04	0,2	4,62	21,324	0,74
10-20	5,04	0,00	0	0,227	0,53	4,48	0,2	3,465	14,445	0,78
20-30	5,19	0,00	0	0,219	0,426	4,05	0,1	3,63	17,197	0,66
90-100	5,18	0,00	0	0,288	0,551	4,73	0,2	3,3	17,197	0,86
Prof.	T	t	V	M	ISNa	AD	Ds	DP	VTP	K0
	cmol _c dm ⁻³		%			g kg ⁻¹	g cm ⁻³	cm ³ cm ⁻³	cm h ⁻¹	g cm ⁻³
0-10	5,36	0,94	13,85	21,22	0,33	228,8	2,18	2,74	0,20	10,07
10-20	4,24	0,98	18,31	20,48	0,46	128,8	1,93	2,70	0,29	7,91
20-30	4,29	0,76	15,44	13,11	0,41	148,8	1,96	2,60	0,25	15,29
90-100	4,16	1,06	20,66	18,88	0,49	130	1,53	2,56	0,40	10,07

Sendo: pH – acidez ativa, P – fósforo total, K – potássio total, Ca = cálcio trocável, Mg= magnésio trocável, Na = sódio trocável, Al = acidez trocável, H+Al = acidez potencial, MOS - matéria orgânica, SB – soma de bases, T = CTC potencial, t – CTC efetiva, V – saturação por bases, M – saturação por alumínio, ISNa – índice de saturação por sódio, AD = argila dispersa em água, Ds – massa específica do solo, VTP – volume total de poros, K0 – condutividade hidráulica.

Após aragem, gradeamento e correção do solo quanto à acidez e fertilidade, sementes de capim Mombaça foram lançadas à mão na proporção de 15 kg de sementes por hectare, rastelando-se posteriormente o solo, de modo a promover o enterro das sementes. Adotou-se o sistema de irrigação por pivô central, repondo-se a demanda evapotranspirométrica da cultura a cada dois dias, determinada a partir de dados meteorológicos obtidos por meio de uma estação automática instalada próxima à área experimental.

Após germinação das sementes e corte de nivelamento aos 70 dias após semeio (DAS), foram delimitadas 20 parcelas experimentais de 9 m² cada (3 m x 3 m) com bordaduras de 1 m, separadas por ruas de 0,70 m. A utilização do capim mombaça ocorreu em virtude de sua maior exigência por solo fértil, profundo, bem drenado, clima quente e precipitação superior a 1000 mm ano⁻¹ (JANK, 2008), condições semelhantes àsquelas encontradas na área de estudo, bem como por ser uma forrageira bastante utilizada para criação de gado de leite e de corte.

Os tratamentos avaliados foram constituídos por aplicações de lâminas de água residuária de laticínios na cultura do capim mombaça (fertirrigações), com quatro repetições, em delineamento inteiramente ao acaso. Estas lâminas de fertirrigações foram definidas baseando-se na concentração de sódio, por ser o constituinte presente em maior concentração relativa na água residuária de laticínios, e foram aplicadas sobre as folhas, utilizando-se um regador, de forma a simular a aplicação por aspersão. Os tratamentos foram os seguintes: T0, aplicação de água de irrigação (Tratamento Testemunha); T1, aplicação de água residuária de laticínios fornecendo 75 kg ha⁻¹ de Na⁺; T2, aplicação de água residuária de laticínios fornecendo 150 kg ha⁻¹ de Na⁺; T3, aplicação de água residuária de laticínios fornecendo 300 kg ha⁻¹ de Na⁺ e T4, aplicação de água residuária de laticínios fornecendo 600 kg ha⁻¹ de Na⁺.

Foram utilizadas água residuária proveniente de laticínios da região, as quais eram transportadas semanalmente até o IFGoiano, e acondicionadas em reservatório de 500 L, tendo suas características químicas determinadas antes de serem aplicadas no solo, conforme metodologias recomendadas pela APHA (2012). Na Tabela 2 estão apresentadas as características médias da água residuária de laticínios utilizadas nos ensaios experimentais.

Após segundo corte de nivelamento, ocorrido aos 110 DAS, as diferentes lâminas de água foram aplicadas em três parcelas com intervalos quinzenais (155, 170, 185 dias após semeio). No dia seguinte a aplicação, amostras de solo, nas camadas 0-10, 10-20, 20-30 e 90-100 cm, foram coletadas para caracterização química, conforme metodologias descritas em EMBRAPA (1997) e APHA (2012). Para monitorar o efeito do efluente ao longo do tempo, também foram coletadas amostras de solo decorridos dois meses (245 DAS) e cinco meses (335 DAS) após finalizado as aplicações de água residuária da laticínios.

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão, sendo as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nas análises de regressão, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão e no valor do coeficiente de determinação (R²). Para a realização das análises estatísticas, utilizou-se o programa estatístico SAEG 9.1 (2006).

Tabela 2: Caracterização físico-química das amostras dos efluentes de laticínios utilizados nos ensaios experimentais

Parâmetros	Valores
Temperatura (°C)	29,60 ± 0,50
pH	4,70 ± 0,70
Sódio total (mg L ⁻¹)	2534,70 ± 509,91
Condutividade Elétrica (µS cm ⁻¹)	2.025,50 ± 607,30
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	6.333,00 ± 1.195,00
Sólidos em suspensões totais (mg L ⁻¹)	767,00 ± 456,50
Sólidos sedimentáveis (mL L ⁻¹)	28,00 ± 9,50
Turbidez (UNT)	1.104,00 ± 313,9
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	8.437,00 ± 1.536,0
DBO ₅ (mgO ₂ L ⁻¹)	3.374,80 ± 952,0
Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	115,50 ± 31,04
Fósforo total (mg L ⁻¹)	393,35 ± 74,50
Potássio total (mg L ⁻¹)	218,56 ± 11,71
Cálcio total (mg L ⁻¹)	41,43 ± 7,33
Magnésio Total (mg L ⁻¹)	184,39 ± 53,85
RAS ((mmolc L ⁻¹) ^{1/2})	23,90 ± 8,66
Coliformes Totais (NMP 100 mL ⁻¹)	2,42 ± 10 ⁹
Coliformes Termotolerantes (NMP 100 mL ⁻¹)	7,70 ± 10 ⁵

Sendo: pH – potencial hidrogeniônico, DQO – demanda química de oxigênio, DBO – demanda bioquímica de oxigênio, RAS – relação de adsorção de sódio.

RESULTADO

A fração argila é parte fundamental da composição do solo, sendo que a variação de sua taxa pode causar alterações em diversas características importantes para o desenvolvimento das culturas. Sabidamente, efluentes de laticínios tem grandes quantidades de sódio, conforme pode ser observado na Tabela 2, e para Veloso (1991), alta concentração de Na⁺ no solo e o tipo de água aplicada podem trazer eventuais deteriorações na sua estrutura, ocasionando a alteração do sistema de poros e contribuindo para alterações na infiltração e condutividade hidráulica desse meio poroso, assim acaba tornando o estudo da dispersão de argila importante para casos de fertirrigação.

Segundo Nildo et. al. (2010), o efeito dos sais sobre a estrutura do solo ocorre, basicamente, pela interação eletroquímica existente entre os cátions e a argila. A dispersão de argila ocorre pelo efeito da qualidade da água que infiltra no solo, proveniente das águas da chuva, da irrigação ou fertirrigação, sendo que a aplicação de água pode alterar as relações entre os diversos cátions do solo, dependendo de sua constituição química.

Na Figura 1 está apresentada a variação dos valores de argila dispersa com a profundidade do solo e o tempo. É possível observar que, em todos os tratamentos avaliados, houve relação quadrática com o tempo (DAS). Já a relação com profundidade, os Tratamentos 1 e 3 apresentaram relação quadrática positiva, enquanto os Tratamentos 4 e 5, esta relação foi quadrática negativa e, no Tratamento 2, houve relação linear negativa.

O efeito quadrático com o tempo pode se dar em virtude do processo de lixiviação e percolação que ocorre no solo, onde o sódio infiltra para camadas mais profundas provocando a dispersão de argila. O pico de dispersão de argila observado no efeito quadrático, pode ocorrer por causa do ponto máximo de percolação, efeito constatado por Messias et. al., (2006) onde, após certo período, ocorre retardo na percolação de sódio, período o qual é variável de acordo com o tipo de solo.

Em relação ao efeito com a profundidade, os resultados encontrados nos Tratamentos 1 e 3, podem se associar a profundidade onde acontece maior concentração das raízes e, conseqüentemente, uma maior

absorção de nutrientes, incluindo o sódio, principal causador do efeito de dispersão de argila. Nos Tratamentos 4 e 5, o efeito quadrático negativo é justificado por Santos et. al., (2010), que constatou o fato dos valores de argila dispersa serem maiores na profundidade de 0,20 - 0,40 m nos Latossolos, resultado provável pelo efeito agregante da matéria orgânica na camada superficial, o que favorece a estabilidade dos agregados, já a diminuição dos teores de argila dispersa nas camadas mais profundas ocorre devido a maior contribuição dos óxidos de ferro nas profundidades do solo mais intemperizados. No Tratamento 2, o efeito linear negativo pode ser justificado pela incorporação do sódio na camada mais superficial do solo e ocorrendo uma menor taxa de infiltração, ocasionando uma maior taxa de dispersão de argila na camada mais superficial e diminuindo gradativamente nos perfis.

Ao final do período experimental, na profundidade 0,10 m, foi observado, em relação a dispersão de argila, acréscimo de 4,9; 25,12; e 9,34% nos Tratamentos 1, 3 e 4 respectivamente, e diminuição de 4,7% no Tratamento 2. Valores os quais contrariam a perspectiva que o sódio de altas taxas de efluente de laticínio não seria absorvido pelas plantas e, conseqüentemente, ocasionariam aumento significativo na dispersão de argila, conforme estudo de Larcher (2006).

Salinidade, na forma de sódio, pode afetar diretamente as propriedades do solo, por meio de fenômenos conhecidos por floculação e dispersão, podendo concorrer para significativa diminuição na condutividade hidráulica do solo. Na Figura 2 está apresentada a variação do índice de saturação por sódio (ISNa) em função da profundidade do solo e do tempo, nos solos submetidos aos diferentes tratamentos.

Pode-se observar, na Figura 2, que no solo de todos os Tratamentos avaliados, o índice de Saturação por Sódio (ISNa) apresentou relação quadrática com a profundidade e com o tempo. Possivelmente, as aplicações das diferentes doses do efluente de laticínio e de água de irrigação, além da maior densidade de raízes foram responsáveis pela maior concentração do ISNa nas camadas superficiais. O efeito quadrático em relação a profundidade pode ter sido decorrente do aporte de sais pela fertirrigação do efluente de laticínio, sendo incorporado pela cultura nas camadas medianas e percolado após esses perfis pela água das chuvas para as camadas mais profundas. Em relação ao efeito quadrático com o tempo, pode ter sido decorrente da lixiviação resultante da água das chuvas, que corresponde aos 245 DAS, coincidente com o período chuvoso. Segundo Rodrigues et al., (2007), devido a fatores climáticos, as condições edáficas e aos métodos de irrigação, os sais dissolvidos na água podem se acumular no perfil do solo ou se deslocar pela solução pelos perfis, o que pode explicar o comportamento observado.

Observa-se, ainda, que o maior valor de ISNa foi obtido nos solos Testemunha (0,20m da superfície, aos 171 DAS), contrariando a pressuposição de que a fertirrigação com água de laticínios contribuiria significativamente para elevação da salinidade. Todavia, conforme Pizarro (1990), valores de ISNa inferiores a 7%, em geral, não causam problemas de dispersão de argilas, o que pôde ser confirmado pelas análises de dispersão de argilas (Figura 1), cujo valor máximo obtido foi 1,44%, obtido nos solos submetidos ao Tratamento 1, que por sua vez, não apresentaram problemas na infiltração de água no solo.

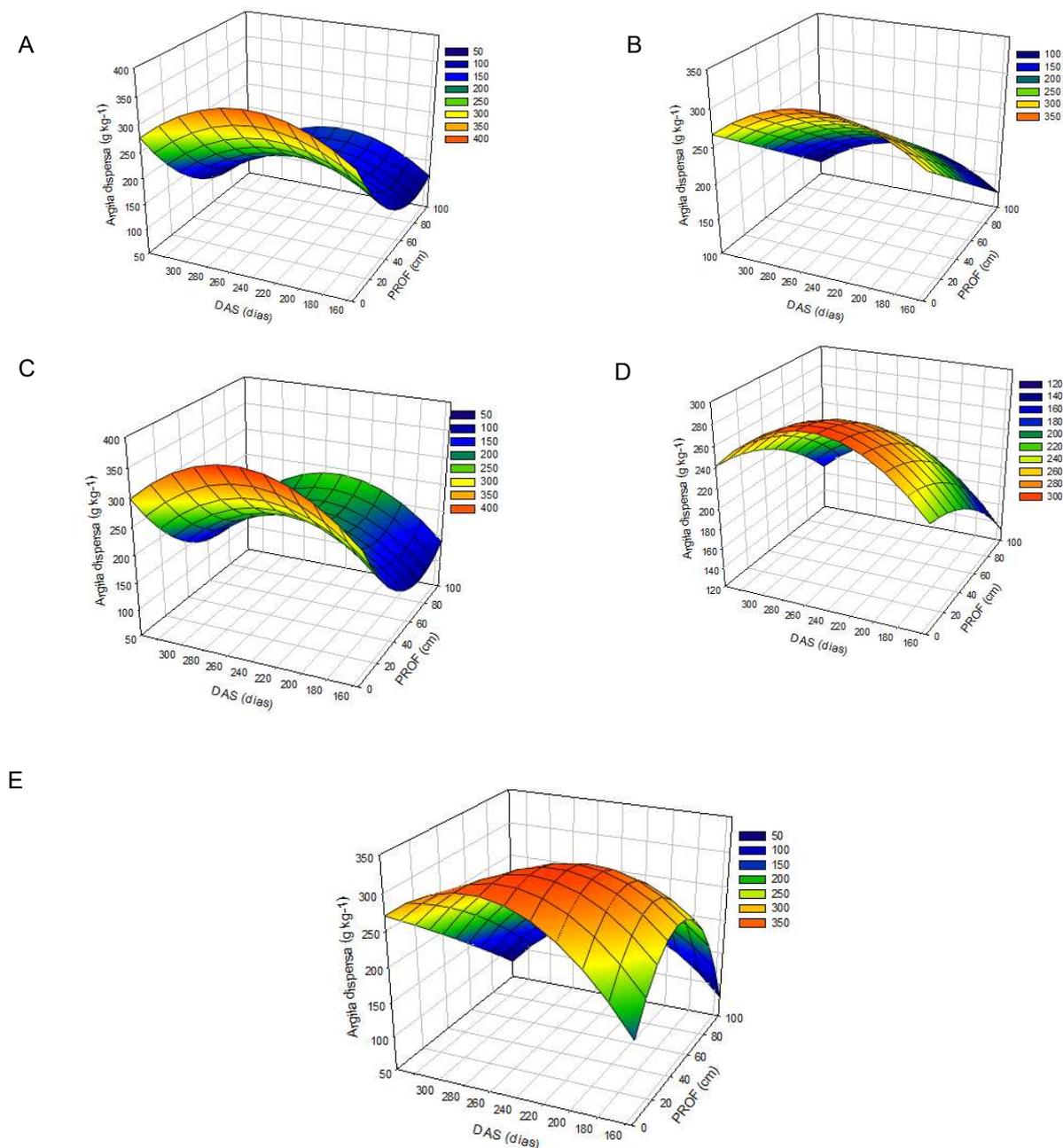


Figura 1: Variação nos valores de argila dispersa, em função da profundidade (PROF) e dias após o semeio (DAS), nos solos submetidos aos tratamentos 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D), e 5 (E).

CONCLUSÕES

A água residuária de laticínios apresenta salinidade alta ($CE = 2.025 \mu S cm^{-1}$), indicado moderado grau de restrição de uso na irrigação, por afetar a disponibilidade hídrica às plantas. Também apresenta relação de adsorção de sódio alta ($RAS = 23,90$), que associada a elevada salinidade, causaria severa redução da infiltração de água no solo.

Na literatura pertinente, uma recomendação técnica baseada apenas na concentração de sódio, que restringe a aplicação em, no máximo, a 150 kg de sódio por hectare ao ano (Larcher, 2006) em culturas halófitas, tem sido utilizada indistintamente, o que dificulta o uso deste efluente. No entanto, esta pesquisa concluiu que o efluente de laticínios pode ser utilizado na fertirrigação de capim mombaça com taxa de aplicação de até 600 kg de sódio sem causar problemas físicos ou químicos ao solo.

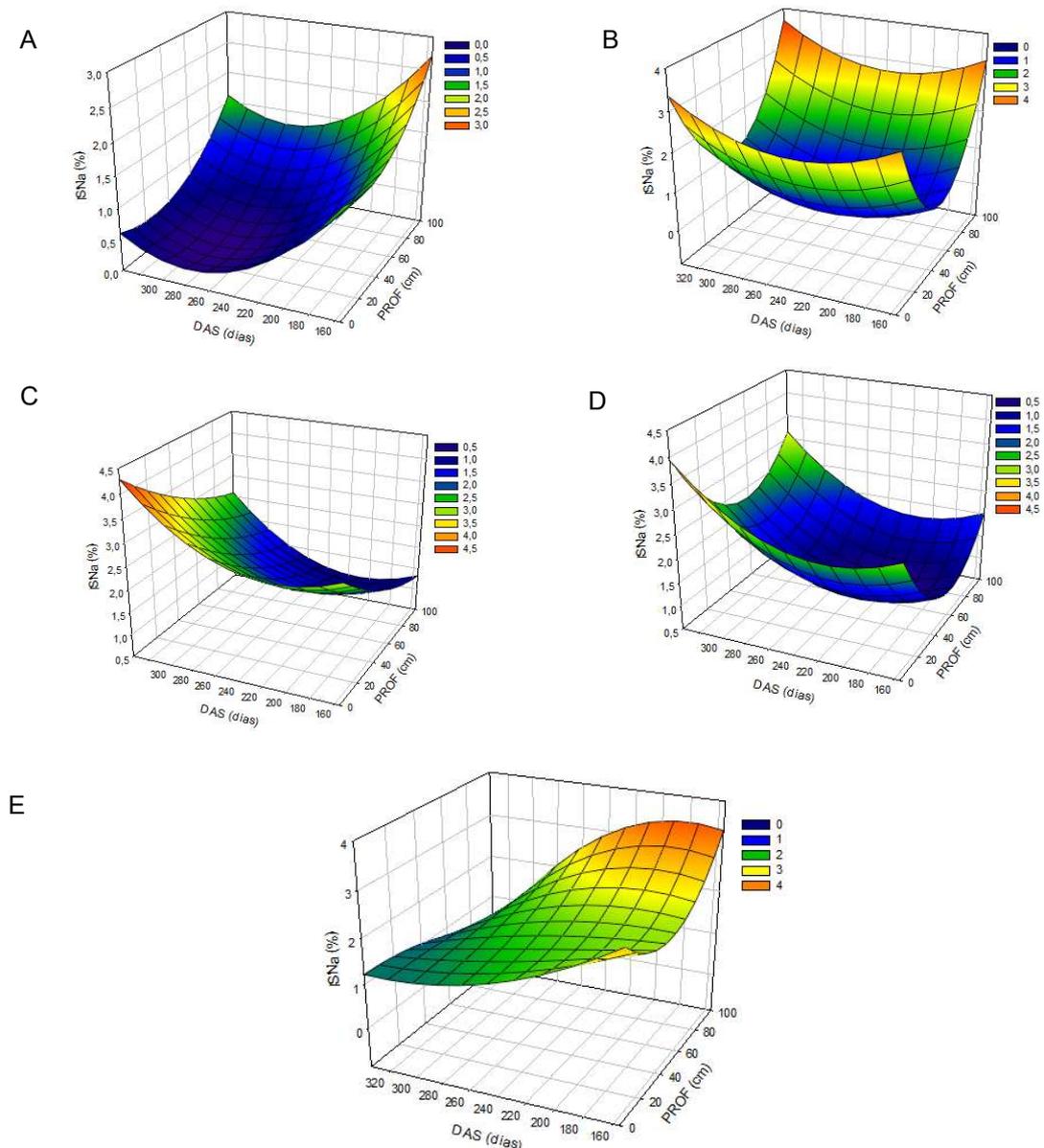


Figura 2: Variação nos valores de índice de saturação por sódio (ISNa), em função da profundidade (PROF) e dias após o semeio (DAS), nos solos submetidos aos tratamentos 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D), e 5 (E).

Assim, para o solo estudado (Latossolo vermelho amarelo), nas condições de clima quente e úmido, a aplicação de até 600 kg de sódio por hectare de solo cultivado com capim Mombaça, passa a ser uma nova recomendação técnica, uma vez que não foi determinada alterações significativas na dispersão de argila e índice de saturação por sódio.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. New York: APHA, 2012.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W.. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999.

CALVALCANTI, J. E. W. A.. **Manual de tratamento de efluentes industriais**. São Paulo: Engenho, 2012.

CAMMAROTA, M. C.; FREIRE, D. M. G.. A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content. **Bioresource technology**, v.97, n.17, p.2195-2210, 2006

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.

ERTHAL, V. J. T.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T.. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.467-477, 2010

FONSECA, A. F.; HERPIM, U.; PAULA, A. M.; VICTÓRIA, R. L.; MELFI, A. J.. Agricultural use of treated sewage effluents: Agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil. **Scientia Agrícola**, v.64, n.2, p.194-209, 2007

LARCHER, W.. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rimas Artes e Textos, 2006.

MATOS, A. T.. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos**. Viçosa: UFV, 2014.

MESSIAS, A. S.; TÁVORA, B. E.; SILVA, R. C. R.; NASCIMENTO, A. E.. Percolação de sódio através de solos do Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n.1, 2006.

NILDO, S. D.; BLANCO, F. F. **Efeito dos sais no solo e na planta**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010.

OLIVEIRA, J. F.; ALVES, S. M.; BATISTA, R. O.; LIMA, V. I.; SOUZA, L.. Avaliação de sistema de tratamento de laticínio e o efeito do efluente gerado nos atributos físico-químico de um argissolo vermelho. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, v.22, n.1, p.58-66, 2014.

PIZARRO, F. C.. **Riegos localizados de alta frecuencia: goteo, microaspersión e exudación**. Madrid: Mundi Prensa, 1990.

RODRIGUES, J. O.. Modelos da concentração iônica em águas subterrâneas no Distrito de Irrigação Baixo Acaraú, **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.4, p.360-365, 2007.

SANTOS, L. N. S.; PASSOS, R. N.; SILVA, L. V. M.; OLIVEIRA, P. P.; GARCIA, G. O.; CECÍLIO, R. A.. Avaliação de alguns atributos físicos de um latossolo vermelho-amarelo sob diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.6, p.940-947, 2010.

SARAIVA, C. B.; MENDONÇA, R. C. S.; SANTOS, A. L.; PEREIRA, D. A.. Consumo de água e geração de efluentes em uma indústria de laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n.367/368, v.64, p.10-18, 2009

SILVA, A. A. F.; SOUZA, J. A. R.; CARVALHO, W. B.; MENDONÇA, R. B.; MOREIRA, D. A.. Distribuição da umidade do solo num sistema irrigado por gotejamento superficial com diferentes inclinações do terreno. **Engenharia na agricultura REVENG**, v.23 n.3. p.261-269, 2015.

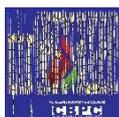
VALDEZ, L. A. A.; REED, D. W.. Growth and nutrition of young bean plants under high alkalinity as affected by mixtures of ammonium, potassium, and sodium. **Journal of Plantnutrition**, n.33, p.1472-1488, 2010.

VELOSO, M. E. C.. **Efeito de diferentes qualidades de água sobre algumas propriedades físico-químicas de um Brunizem Avermelhado**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

VOURCH, M.; BALANNEC, B.; CHAUFER, B.; DORANGE, G.. Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for water reuse. **Desalination**, v.219, p.190-202, 2008.

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

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157972628592394241/>