

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ÁGRARIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DIOGO CÉSAR PASIANI DIAS

**ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA COMO
ALTERNATIVA PARA FERTILIZAÇÃO DO SOLO NO
CERRADO**

UBERLÂNDIA MG
2018

DIOGO CÉSAR PASIANI DIAS

**ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA COMO
ALTERNATIVA PARA FERTILIZAÇÃO DO SOLO NO
CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte da graduação em agronomia ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Manuel Carmelino Hurtado

UBERLÂNDIA MG
2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida e por sempre ter aberto portas e me dado forças para seguir o meu caminho e ainda por me carregar no colo quando eu não consegui mais andar.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, Elione e Sandra, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Aos meus irmãos Nathani e Rafael que sempre tiveram paciência e a compreensão que minha ausência sempre foi em virtude da busca de um futuro melhor para a minha família.

Agradeço a minha namorada Máisa por todo apoio e companheirismo e por me apoiar nas mais difíceis escolhas da vida. Aos meus amigos de infância, e aos novos amigos que fiz no IFTM e na faculdade, em especial aos “Amigos do FDP”, que fizeram essa caminhada ser menos difícil e mais prazerosa ao longo destes cinco anos.

Aos meus professores que durante minha vida escolar me forneceram a base para chegar ao ensino superior. Aos meus professores da graduação por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

Às professoras Tatiane de Melo e Regina Lana, que nortearam as pesquisas e orientaram a condução deste trabalho. Agradeço também a todos que me auxiliaram nas coletas de solo e análises laboratoriais, especialmente ao Raphael Passaglia, José Pedro, Daniel Aparecido, Rodrigo Walisson, Lucas Itacarambi, Fernando Ferreira e aos técnicos do LABAS, LAMAS e do LAFERT.

Em especial, agradeço ao meu orientador Sandro Manuel Carmelino Hurtado, pelo tempo dedicado ao trabalho em suas correções e por todos os conselhos e ensinamentos passados.

Finalmente agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu obrigado.

Sumário

RESUMO	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
2.1. Alocação do experimento	8
2.2. Descrição dos sistemas de manejo avaliados	8
2.3. Amostragem e Análises realizadas	8
2.4. Análises estatísticas	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
3.1. Estoque de Carbono nas áreas avaliadas	9
3.2. Comparativo de atributos de solo nas áreas avaliadas	11
3.3. Atributos no perfil do solo.	13
3.3.1. CERRADO	13
3.3.2. ILPF	13
3.3.3. SISTEMA PLANTIO DIRETO	16
3.3.4. PASTAGEM	17
4. CONCLUSÕES	18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

RESUMO

Água Residuária De Suinocultura Como Alternativa Para Fertilização Do Solo No Cerrado

A utilização de Água Residuária de Suínos (ARS) para fertilização de áreas agrícolas atua em concordância com a agricultura conservacionista, sendo uma prática bastante difundida entre agropecuaristas do Cerrado. Essa prática quando realizada de maneira correta substitui o uso de adubos químicos comerciais, porém quando mal realizada pode levar a contaminação do solo e lençol freático. O Município de Uberlândia destaca-se como um dos maiores produtores de suínos no País, tornando necessário estudos para evidenciar os benefícios e potenciais riscos de se utilizar a aplicação da ARS nos sistemas de produção. Objetivou-se com esse trabalho avaliar física e quimicamente a influência que a ARS tem nos atributos de solo quando comparados os manejos em Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) e Pastagem com o sistema plantio direto (SPD) e o Cerrado nativo. O estudo foi conduzido na bacia do córrego Douradinho, município de Uberlândia-MG, em quatro áreas com sistemas de cultivo diferenciado: pastagem irrigada com ARS ($400 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$) por 3 anos, ILPF irrigado com ARS ($400 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$), por 3 anos, SPD instalado há 10 anos e Cerrado nativo. Coletou-se amostras de solo nas profundidades de 0,00-0,05m; 0,05-0,10m; 0,10-0,20m; 0,20-0,30m para análise química e física do solo. Foi encontrada significância para os atributos estoque de carbono (EST.C), acidez ativa (pH H_2O), fósforo (P), potássio (K), saturação por bases (V%), matéria orgânica (MO), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), porosidade total (VTP%), teor de Macroporos (MACRO), teor de Microporos (MICRO). Os dados permitiram evidenciar tendência aos sistemas conservacionistas estocarem maiores teores de carbono em relação ao Cerrado. A Pastagem apresentou teores muito elevados para P e K. A aplicação de ARS apresentou resultados satisfatórios como prática conservacionista a ser utilizada para o manejo de Pastagens e ILPF. Em profundidade, o Cerrado se apresentou estável para grande parte dos atributos avaliados, sem diferença significativa. No ILPF observaram-se menores VTP nos 10 primeiros centímetros, demonstrando possível adensamento da área. Os nutrientes, a M.O e o estoque de carbono foram decrescendo ao longo do perfil. No SPD os níveis de P, K e Mn concentraram-se superficialmente enquanto Zn, Cu, V% e pH se mantiveram estáveis dentro dos 30 cm. O EST.C e a M.O variaram no perfil sem evidenciar muita variação nos seus teores. Na pastagem a M.O obteve os maiores valores em profundidade, assim como o EST.C. o pH e a V% decresceram em profundidade enquanto valores altos de Cu e Zn foram constatados apenas na primeira camada. Os níveis de P e K alcançaram níveis muito altos em todas as profundidades. Estudos posteriores são recomendados a fim de comprovar uma provável contaminação do solo. Contudo, se faz necessário o manejo racional da aplicação de ARS nesse sistema.

Palavras Chave: Resíduos agrícolas, Estoque de Carbono, Contaminação do Solo.

1. INTRODUÇÃO

Com a Lei 12.187/09, que institui a Política Nacional sobre Mudança no Clima (PNMC), surgiu uma série de medidas setoriais para diminuir ao máximo a emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE). Intimamente ligado à agropecuária foi instituído pelo Decreto 7390/2010 o plano de Agricultura de Baixo Carbono (ABC) que se fundamenta em ações para a recuperação de pastagens degradadas, a implantação de sistemas de produção integrados (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e suas variações), implementação do Sistema Plantio Direto em larga escala, a fixação biológica de nitrogênio, o plantio de florestas comerciais e o tratamento do dejetos de animais. A partir do plano ABC foi instituído, o Programa de Agricultura de Baixo Carbono, aprovado pela Resolução BACEN nº 3.896 de 17/08/10 com o intuito de fomentar atividades que elevem os estoques de Carbono e/ou reduzam as emissões dos GEE's (CERRI, 2012).

O sistema plantio direto abrange processos e manejos que visam o aumento, conservação e/ou recuperação das características desejáveis do solo em áreas de produção. Dentre essas características pode-se destacar: a não erosão hídrica e eólica do solo, a supressão de espécies infestantes nas linhas e entrelinhas de cultivo, a maior infiltração de água, a conservação da matéria orgânica, a elevação da capacidade de troca catiônica do solo (CTC), a redução da variação térmica do solo, e conseqüentemente maiores produtividades (ALVARENGA et al. 2001).

DUARTE JUNIOR & COELHO (2008), constataram maiores produtividades em cana de açúcar sobre SPD. Por sua vez, CARVALHO et al. (2004), relataram superioridade na produtividade da soja sob sistema convencional, em relação à cultivada em SPD. Vale ressaltar que os benefícios adquiridos com o SPD, não ocorrem instantaneamente com sua adoção. Devido aos corretivos e fertilizantes serem posicionados de forma superficial, e não sofrerem mistura ao solo, seus efeitos são melhores percebidos com passar do tempo.

A integração entre culturas anuais e perenes ocorre desde antiguidade no continente europeu, porém os sistemas ILPF's com as complexidades atuais começaram a ser adotados no Brasil na década de 1990 na região Sul. Esses sistemas visam promover o equilíbrio entre a produção agrícola, pecuária e florestal (BALBINO et al. 2011).

KICHEL et al. (2014) ressaltam que pode-se conseguir ganhos de rentabilidade superior a três vezes para pecuária e até 30% na agricultura quando estes são consorciados em relação à produção em separado. As principais modalidades de sistemas de ILPF são: Agropastoril, Silvipastoril, Silviagrícola ou Agrossilvipastoril (BALBINO, BARCELOS & STONE, 2011).

Produtores têm buscado minimizar os problemas ambientais relacionados à produção agropecuária, com redução do custo de produção, através do consórcio de sistemas que permitam que seus passivos ambientais sejam agregadores de valor. A utilização de resíduos urbanos e agrícolas nos sistemas de produção e a forma como esses devem ser tratados para esses fins de utilização, tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores (OLIVEIRA, 2017; DA COSTA, 2017; TONIAZZO, 2018).

Como exemplo de rejeitos com potenciais produtivos destacam-se: os restos de alimentos humanos e animais na forma de compostagem, a vinhaça e a torta de filtro provenientes da indústria sulcroalcooleira, o lodo de esgoto extraído do tratamento de esgoto urbano, a torta de algodoeira, o esterco de bovinos e suínos, a cama de aves, e as águas

residuárias. Esta última proveniente da produção em sistemas de granjas de suínos (ARS) (SPADOTTO, 2006). Com a ARS, além de evitar a deposição de passivos ambientais de forma inadequada em corpos hídricos, a sua reutilização minimiza o desperdício de água doce na irrigação. Estima-se que uma granja de ciclo completo com 80 matrizes pode gerar até 16.000 litros de dejetos líquidos por dia (OLIVEIRA, 2002).

Segundo estudos de CABRAL et al. (2011) a aplicação de ARS elevam os teores de magnésio (Mg) e fósforo (P) e diminuem os níveis de alumínio no solo. PEREIRA GOMES et al. (2004) constataram que a aplicação de ARS proporcionou acúmulo de P, potássio (K), Zinco (Zn) e Sódio (Na). DURIGON et al. (2002) observaram aumentos de 109% na produtividade de pastagens naturais no Rio Grande do Sul sem verificar contaminação ambiental. Porém, atentaram para riscos de poluição em doses elevadas. CAOVIOLA et al. (2005) constataram maior lixiviação do nitrato. Já MAGGI et al. (2011) verificaram aumento nos teores de P, K e Cálcio (Ca) com aumento dos teores de ARS aplicados, porém, não observaram influência na dinâmica do Nitrogênio (N) no solo.

Deve-se levar em consideração a análise da água para estimar a dose de nutrientes a ser aplicado evitando assim a contaminação do solo e lençol freáticos visto que, as aplicações de grandes quantidades de dejetos líquidos provocam uma percolação no perfil (ANDRADE et al., 2002).

Estudos realizados por RASSINI (2004) revelam que para se atingir o máximo potencial de produção em pastagens é necessário, em média, 1800 mm de precipitação anual, o que em condições do Cerrado dificilmente é alcançado. O Cerrado configura-se como segundo maior bioma brasileiro, com mais de 2 milhões de km². Essa área correspondente a aproximadamente 204 milhões de hectares está concentrada predominantemente na parte central do Brasil. O Bioma caracteriza-se por apresentar precipitação entre 750 a 2000 mm anuais e duas estações bem definidas no ano, sendo o inverno frio e seco e o verão quente e chuvoso, caracterizando clima de tipo AW segundo a classificação de Koppen (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Para o Estado de Minas Gerais, cerca de 57% da sua área situa-se no Cerrado, (MACHADO, 2004). Dentre as regiões dominadas por este bioma, o município de Uberlândia, no Triângulo Mineiro, destaca-se como um dos maiores produtores de suínos do Brasil, ocupando o posto mais alto em 2013 e o terceiro lugar em 2016 (BOLLIGER, 2013; 2016).

Associado ao grande número de animais produzidos em Uberlândia encontra-se o grande volume de dejetos gerado. Isto fez com que produtores da região adotassem a utilização da Água Residuária para aplicação em sistemas de produção, principalmente de gado de corte em pastagens solteiras ou consorciada nos sistemas de ILPF.

Devido às grandes variações encontradas nos estudos sobre benefícios e malefícios da fertilização de áreas de produção com ARS, um estudo local é o mais indicado para evidenciar o potencial dessa prática conservacionista em Uberlândia. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar as implicações químicas e físicas que os atributos do solo têm pela aplicação de ARS em pastagem solteira e em consórcio com eucalipto no sistema ILPF, bem como a comparação dessas áreas sobre influência da ARS com área nativa de Cerrado e Sistema Plantio Direto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Alocação do experimento

A pesquisa foi conduzida no município de Uberlândia-MG, em área localizada na Bacia do Córrego Douradinho (19°06'16"S e 48°22'43"W), a 820 metros de altitude. O solo é classificado com Latossolo Vermelho distrófico, com relevo suave ondulado. A área foi selecionada por apresentar o mesmo tipo de solo e posição do terreno para diversos usos e ocupação do solo, e presença de granjas de suinocultura de grande geração de resíduos ao dia. A área foi classificada como de “Baixo Risco De Contaminação Ambiental” segundo a Instrução Normativa IAP/DIRAM 105.006 de 2009 (BRASIL, 2009).

2.2. Descrição dos sistemas de manejo avaliados

1. Área Pastagem de *Urochloa sp.* irrigada com água residuária de suinocultura. A área recebeu nos anos de 2014 à 2017 ARS na dose de 400 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (Tabela 1). Essa área é submetida a pastejo rotacionado onde é controlada a entrada e saída dos animais da área conforme capacidade de suporte do pasto através de diagnóstico visual.
2. Área de sistema Silvipastoril com simulação de pastejo, implantado em 2014. Foi realizado correção da acidez do solo e adubação de plantio após o estabelecimento do Eucalipto e *Urochloa sp.* (Braquiária). Têm sido adubada com ARS na dose de 400 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. O arranjo é constituído por eucaliptos plantados em linhas duplas, com espaçamento de 20 m entre linhas, com *Urochloa sp.* plantada entre as fileiras de eucalipto.
3. Área Sistema Plantio Direto, implantado há 10 anos, após agricultura convencional, por cerca de 40 anos. Recebe adubação mineral anualmente, com aplicação de corretivos de acordo a necessidade. Passa por rotação com culturas anuais e plantas de cobertura (soja/milho/sorgo e milheto).
4. Área de Cerrado: destinada a Reserva Legal da propriedade, nunca submetida a nenhum tipo de manejo ou utilização agrícola. Será adotada como área de referência.

2.3. Amostragem e Análises realizadas

Para cada local/sistema de manejo foram abertas 10 trincheiras, nas quais foram retiradas amostras indeformadas, com auxílio do anel de Kopeck, e deformadas, com enxadão, nas profundidades de 0,00-0,05 m; 0,05-0,10 m; 0,10-0,20 m; e 0,20-0,30 m.

A amostragem para análise química da fertilidade do solo e caracterização de textura se serviu das amostras deformadas. Foram avaliados, de acordo com RAIJ et al. (2001): fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), alumínio (Al³⁺), enxofre (S), micronutrientes (ferro, cobre, zinco e manganês); acidez ativa (pH em água), pH em solução SMP (pH SMP), carbono orgânico total (COT), e determinados a acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t), capacidade de troca catiônica total (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) e matéria orgânica (M.O). A textura foi avaliada de acordo com DONAGEMA et al. (2011).

A determinação dos atributos físicos do solo foi realizada com auxílio das amostras indeformadas, sendo avaliados: a densidade aparente (DA), porosidade total (VTP%), macroporos (MACRO) e microporos (MICRO) (DONAGEMA et al. 2011).

A partir das determinações de COT e DA foi possível a mensuração dos estoques de carbono do solo e sua correção, levando em consideração a área de referência (FERNANDES et al. 2008).

Tabela 1. Análise química da ARS aplicada nas áreas de pastagem e ILPF

Determinação	Unidade	Resultado
Índice pH	pH	7,4
Densidade	g/L	1,00
M.O	%	0,91
C.O *	%	0,5
P ₂ O ₅ total*	%	0,18
K ₂ O (H ₂ O)	%	0,36
Ca	%	0,67
Mg	%	0,24
S*	%	0,00
Na*	mg L ⁻¹	80,00
B*	mg L ⁻¹	0,73
Cu	mg L ⁻¹	15,00
Fe*	mg L ⁻¹	38,00
Mn	mg L ⁻¹	4,00
Zn	mg L ⁻¹	6,00

* C.O (Carbono Orgânico); P₂O₅ total (Fósforo total); S (Enxofre); Na (Sódio); B (Boro); Fe (Ferro).

2.4. Análises estatísticas

As análises estatísticas realizadas partiram do teste de significância a 0,05 da ANOVA, comparando-se as áreas envolvidas no estudo (fator de variação). Dessa forma os testes que se demonstraram significativos na profundidade de 0,00 a 0,30m foram comparados por contrastes (análises de grupos) pelo teste de Scheffé, onde cada área foi considerada um grupo. Posteriormente, para avaliação da variação dos atributos no perfil, foi realizado teste de médias (Tukey) para cada área e profundidade. O *software* utilizado para análises estatísticas foi o SISVAR (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estoque de Carbono nas áreas avaliadas

Tanto o ILPF quanto o SPD apresentaram estoques de carbono superiores ao Cerrado, confirmando assim, que os sistemas conservacionistas têm contribuído positivamente para o sequestro de carbono no solo (Tabela 2).

A pastagem utilizada de forma solteira apresentou maior capacidade de estocar carbono corrigido quando comparados à área de referência e aos outros sistemas (Figura 1). O resultado corrobora o estudo de SALTON et al. (2011).

Tabela 2. Contrastes entre sistemas de produção conservacionistas para atributos químicos e físicos do solo.

Área	EST.C*	pH H ₂ O	P	K	V (%)	M.O	Cu	Mn	Zn	MACRO	MICRO	VTP
	t ha ⁻¹		mg dm ⁻³			dag kg ⁻¹		mg dm ⁻³			%	
PASTAGEM	10,04 A	5,00 A	174,22 A	348,98 A	49,91 A	1,55 A	1,50 A	1,02 B	1,74 ^a	31,22 C	68,78 A	38,55 B
ILPF	7,25 B	4,91 A	34,11B	68,10B	21,10 B	1,40 AB	1,11 A	2,22 A	0,68B	42,89 B	57,11 B	36, 75 B
SPD	7,45 B	4,50 B	27,79B	67,63B	52,66 A	1,12 AB	0,15 B	0,79 B	0,50 B	28,83 B	61,17 B	36,58 B
CERRADO	5,62 C	4,99 A	2,13 B	28,05B	5,23B	0,97 B	0,10 B	0,99 B	0,11B	53,01 A	46,99 C	41,99 A
DMS	1,60	0,24	50,71	48,04	8,65	0,44	0,66	0,66	0,79	5,02	5,27	3,25

*Valores médios de estoque de carbono para profundidade 0-0,30 m (valores não corrigidos)

Letras iguais na coluna não diferem entre si para o contraste por Scheffé a 0,05 de significância.

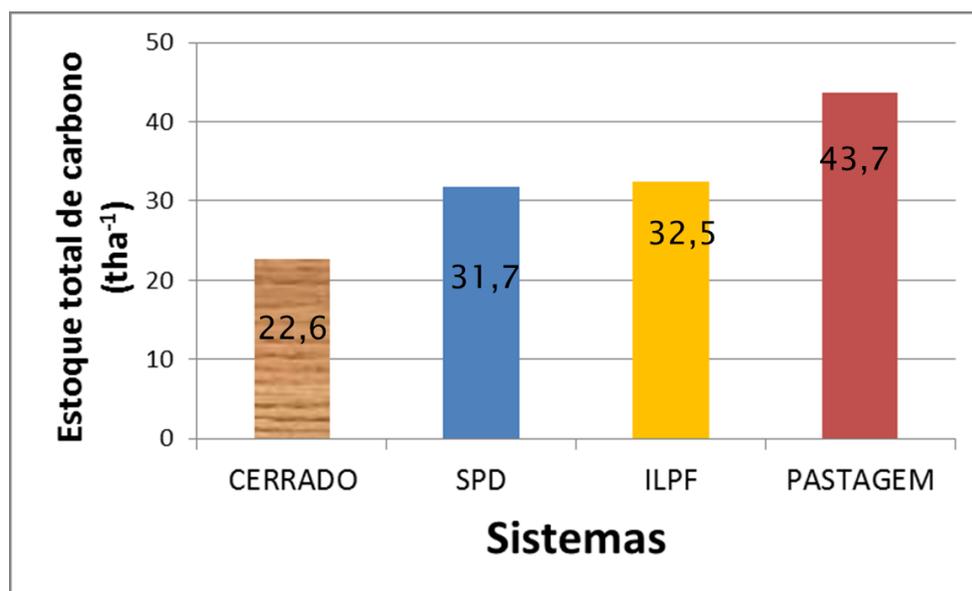


Figura 1. Estoques de carbono totais corrigidos pela área de referência de 0,00-0,30 m.

3.2. Comparativo de atributos de solo nas áreas avaliadas

O pH em água encontra-se em nível abaixo do adequado para a maioria das culturas (CFSEMG, 1999), tendo se observado valores entre 4,5 e 5,0 para SPD e Pastagem, respectivamente. Essa acidez faz com que os macronutrientes como o cálcio (Ca^{2+}) e o magnésio (Mg^{2+}) tenham dificuldade em se ligar às frações coloidais do solo, principalmente da argila e da matéria orgânica, devido a competição por cargas que esses nutrientes tem com o Hidrogênio (H^+) no solo. O extremo oposto, ou seja, pH acima da faixa adequada leva a indisponibilidade principalmente dos micronutrientes catiônicos. Por natureza os Latossolos do Cerrado são considerados solos ácidos, o que explica esses baixos valores.

A diferença verificada entre o SPD e as outras áreas, pode estar relacionada a aplicação de adubos nitrogenados nas culturas anuais, que em doses excessivas levam a acidificação do solo (ROSOLEM et al., 2003).

Os teores de P apresentados pela pastagem foram superiores em mais de cinco vezes quando comparado às outras áreas. Considerando-se que a maioria dos solos do Cerrado, principalmente os Latossolos, apresenta baixa disponibilidade desse nutriente devido à adsorção específica com as argilas, os níveis alcançados pela pastagem podem ser considerados Muito Bons, porém preocupam do ponto de vista ambiental. A CFSEMG (1999) descreve que níveis Muito Bom de P no solo são acima de 45 mg dm^{-3} . Porém tais níveis na pastagem chegam a um estado de preocupação, uma vez que os íons Fosfato (PO_4^{4-}), possuem interações antagônicas com outros nutrientes como o Fe, Ca e o Zn, formando minerais de solubilidade baixa e indisponíveis às plantas. Segundo recomendações de CORRÊA et al. (2009), quando os níveis de P no solo excederem em duas vezes o máximo recomendado pelos boletins técnicos a aplicação de dejetos deve ser realizada com prudência, optando-se pela não aplicação. É desejável que esses teores cheguem ao nível Médio para se retornar com aplicação.

Nos sistemas ILPF e SPD, os níveis de P encontram-se entre Bom e Muito Bom, enquanto no Cerrado os teores encontram-se em nível Muito Baixo.

O K, por sua vez, é considerado Muito Bom, quando superior à 120 mg dm^{-3} . Visto que os níveis na pastagem encontram-se quase três vezes superiores à esse valor, também torna-se preocupante, uma vez que esse cátion apresenta grande poder de causar salinidade no solo e lençol freático, como promover problemas fisiológicos nas plantas quando em desequilíbrio com o Nitrogênio.

Além disso, em altos níveis, o K pode causar desequilíbrio entre as bases do solo, visto que em altas concentrações este possui a capacidade de mobilizar o Ca e o Mg do complexo de troca do solo, mascarando assim a CTC, e principalmente, a Saturação por Bases do solo (V%) (TSUYOSHI WATANABE, 2005).

No ILPF e SPD os níveis de K alcançaram teor Médio, enquanto no Cerrado este se apresentou Baixo.

A V% na Pastagem e no SPD encontra-se em teores Médios de acordo com a 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999). Porém, para os cultivos realizados nessas áreas há divergência quanto aos teores. As culturas anuais produzidas em sistemas modernos como o SPD, tais como soja, milho, trigo e algodão, por conta das altas produtividades, necessitam de V% superiores a 60%, chegando até a 80% em alguns casos. Já na Pastagem, a saturação por bases encontra-se em níveis adequados devido à exigência da cultura e o tipo de solo (RAIJ, 1991).

Para a matéria orgânica do solo (MOS) todos teores são considerados como Baixo (CFSEMG, 1999). Porém na Pastagem esses níveis foram significativamente superiores ao apresentado pela área de referência, e os outros sistemas conservacionistas apresentaram essa semelhança de resultado. Isso é um indicativo da melhora que os sistemas conservacionistas apresentam em condições do Cerrado. A partir da M.O pode-se deduzir benefícios relacionados à ela evidenciados na Capacidade de Troca Catiônica, estruturação do solo, porosidade além da complexação de metais pesados Cádmio (Cd) e Chumbo (Pb) (MEDINA et.al, 2018).

Dentre os micronutrientes catiônicos, os que apresentaram níveis críticos em solos do Cerrado foram o Zn e Mn. O Ferro, em solos oxidícos como os Latossolos, não costuma ser limitante de produção, assim como o Cobre (Cu). Os resultados demonstraram que, nos sistemas onde a Água Residuária de Suínos foi empregada, os teores de Cu^{2+} no solo atingiram os níveis de Bom e Muito Bom para ILPF e Pastagem respectivamente. Já, nos outros dois sistemas avaliados os níveis ficaram como Muito Baixos. O Manganês em todos os sistemas apareceu como muito abaixo. Ressalta-se que esse micronutriente é de grande importância para o desenvolvimento da soja, por ser constituinte da manganoproteína, molécula importante da fotossíntese, além de atuar como cofator de vários processos enzimáticos (MARSCHNER, 1995). Os estudos de SALCEDO et al. (1979); TANAKA, et al. (1992) e OLIVEIRA JUNIOR et al. (2000) demonstraram aumentos na produtividade da soja quando esta recebeu suplementação de Mn por meio da adubação. Ainda segundo OLIVEIRA JUNIOR, et al. (2000), o fornecimento de Mn via foliar demonstrou-se mais eficiente que via solo, por este último método apresentar problemas em relação à aplicação de calagem.

Os teores de Zinco se apresentaram satisfatórios somente na pastagem. Visto que geralmente as gramíneas apresentam maiores exigências nesses nutrientes, nos outros

sistemas de produção avaliados esse elemento pode estar sendo determinante de produção. No caso do SPD, que utiliza de rotação com *Poáceas* altamente exigentes como o milho, essa correção nos teores deve ser realizada.

Entre o SPD, ILPF, e Cerrado não houve diferença significativa de Zinco no solo. FAGERIA (2000) demonstrou que para haver toxidez de Zn no milho que gere perdas de produtividade de 10%, os níveis de Zn no solo devem alcançar valores próximos de 110 mg Kg⁻¹. Para o presente trabalho todos valores ficaram abaixo desse nível (Tabela 2).

A avaliação dos atributos físicos relacionados à porosidade demonstrou que a atividade antrópica, mesmo de forma conservacionista, têm causado alterações negativas no solo. O trânsito de animais e máquinas nas áreas de produção está reduzindo o VTP do solo e principalmente os Macroporos, dando indícios de compactação nessas áreas. Apenas a área de Cerrado natural se aproxima do que é considerado como ideal na composição de um solo, em torno de 50% de poros divididos igualmente entre Macro e Microporos (ALVARENGA, 1987). Apesar de terem VTP semelhantes, à distribuição desses poros na Pastagem e no SPD está muito mais tendenciosa para os Microporos, enquanto o ILPF teve distribuição mais homogênea, evidenciando a contribuição das espécies florestais e do consórcio de espécies no sistema de produção.

3.3. Atributos no perfil do solo.

3.3.1. CERRADO

Estando o Cerrado abaixo do ideal para cultivo em todos os atributos de fertilidade observou-se tendência de maiores teores de nutrientes na camada superior (0,00 – 0,05m). PAIVA et al. (1997); SELLES et al. (1997); SILVEIRA & STONE (2001) e SOUZA & ALVES (2003) demonstraram relações positivas entre os atributos de fertilidade do solo e os teores de M.O, com queda dos nutrientes no perfil do solo conforme houve queda nos teores de matéria orgânica (Tabela 3).

Verifica-se maior estabilidade no Cerrado observando-se que em atributos como pH H₂O, P, Cu e VTP bem como para sua distribuição entre macro e microporos, não houve diferença estatística significativa entre as profundidades.

3.3.2. ILPF

No ILPF os maiores valores de estoque de carbono ocorreram em maiores profundidades (Tabela 3). Em média o ILPF acumulou na camada de 0,10 – 0,20 um estoque de carbono igual a 9,87 t ha⁻¹ e na camada 0,00 – 0,05 uma média de 4,87 t ha⁻¹. Este acúmulo de carbono no sistema além de resultar em maiores produtividades de madeira pode servir como fonte de renda através do comércio de créditos de carbono (OLIVEIRA et al. 2008).

FONSECA (1984), constatou em um LVA distrófico, sob mata de eucalipto e natural, que o C orgânico do solo variou com o tipo de cobertura vegetal e decresceu exponencialmente com a profundidade do perfil do solo.

Tabela 3. Atributos químicos e físicos em profundidades do solo para os sistemas de produção conservacionistas.

CERRADO

Prof.	EST.C	pH H ₂ O	P	K	V (%)	M.O	Cu	Mn	Zn	MACRO	MICRO	VTP
	t ha ⁻¹		mg dm ⁻³			dag kg ⁻¹		mg dm ⁻³				
0,00 - 0,05	6,62 A	5,05 A	2,67 A	52,60 A	11,12 A	1,65 A	0,11 A	1,60 A	0,16 A	53,79 A	44,01 A	42,97 A
0,05 - 0,10	3,65 B	5,02 A	1,81 A	29,40 B	3,97B	0,85 B	0,10 A	0,78 B	0,09 B	55,99 A	46,21 A	42,70 A
0,10 - 0,20	6,67 A	4,96 A	2,83 A	18,10 B	2,25B	0,75 B	0,10 A	0,81 B	0,10 B	50,04 A	49,96 A	40,99 A
0,20 - 0,30	5,57 AB	4,95 A	1,22 A	12,10 B	3,58B	0,64 B	0,10 A	0,77 B	0,10 B	52,20 A	47,80 A	41,29 A
DMS	2,81	0,20	2,58	18,19	4,62	0,70	0,89	0,98	0,77	12,90	12,90	7,90

ILPF

Prof.	EST.C	pH H ₂ O	P	K	V (%)	M.O	Cu	Mn	Zn	MACRO	MICRO	VTP
	t ha ⁻¹		mg dm ⁻³			dag kg ⁻¹		mg dm ⁻³				
0,00 - 0,05	4,89 B	5,26 A	62,86 A	97,80 A	34,12 A	1,95 A	2,25 A	3,34 A	1,76 A	47,21 A	52,79 A	41,29 A
0,05 - 0,10	6,85 B	4,91 AB	36,60 AB	66,70 B	17,52 B	1,74 A	0,96 B	1,81 B	0,47 B	39,72 A	60,28 A	33,30 B
0,10 - 0,20	9,87 A	4,81 B	28,93 B	55,60 B	14,93 B	1,08 A	0,73 B	1,96 B	0,35 B	42,61 A	57,96 A	36,84 AB
0,20 - 0,30	7,37 AB	4,66 B	8,04 B	52,30 B	17,82 B	0,83 A	0,48 B	1,77 B	0,15 B	42,04 A	57,96 A	35,56 AB
DMS	2,69	0,36	29,88	24,33	8,55	1,27	0,02	0,56	0,05	7,29	7,29	6,67

Tabela 3. Continuação...

SISTEMA PLANTIO DIRETO

Prof.	EST.C	pH H ₂ O	P	K	V (%)	M.O	CU	Mn	Zn	MACRO	MICRO	VTP
	t ha ⁻¹					dag kg ⁻¹						
0,00 - 0,05	6,19 C	4,62 A	34,42 AB	106,30 A	60,15 A	1,40 A	0,30 A	1,35 A	0,82 A	45,57 A	54,42 B	40,55 A
0,05 - 0,10	6,20 C	4,49 A	38,57 A	62,30 B	56,78 A	1,20 AB	0,10 A	1,00 AB	0,52 A	38,81 AB	61,18 AB	37,46 AB
0,10 - 0,20	9,97 A	4,40 A	30,09 AB	49,50 B	48,52 A	1,04 B	0,10 A	0,71 B	0,41 A	37,52 AB	62,48 AB	34,47 B
0,20 - 0,30	8,01 B	4,48 A	8,08 B	52,40 B	45,20 A	0,82 C	0,10 A	0,10 C	0,26 A	33,42 B	66,57 A	33,82B
DMS	1,30	0,52	26,90	24,21	18,94	0,22	0,44	0,54	0,59	9,14	9,14	5,00

PASTAGEM

Prof.	EST.C	pH H ₂ O	P	K	V (%)	M.O	CU	Mn	Zn	MACRO	MICRO	VTP
	t ha ⁻¹					dag kg ⁻¹						
0,00 - 0,05	8,23 B	5,32 A	280,19 A	493,20 A	53,73 A	1,81 A	3,53 A	2,50 A	4,34 A	19,91 B	80,09 A	39,57 A
0,05 - 0,10	8,15B	5,17 AB	192,66 AB	368,90 AB	50,75 B	1,76 AB	1,28 B	0,38 B	1,48 B	30,65 A	69,34 B	37,47 A
0,10 - 0,20	11,45 A	4,82 AB	152,00 AB	282,70 B	41,20 BC	1,35 BC	0,74 B	0,83 AB	0,60 B	34,39 A	65,60 B	37,63 A
0,20 - 0,30	12,32 A	4,69 B	71,04 B	251,70 B	34,17 C	1,28 C	0,44 B	0,37 B	0,54 B	39,90 A	60,09 B	39,52 A
DMS	2,38	0,53	170,03	137,55	14,17	0,45	1,68	1,69	2,09	9,90	9,90	2,64

Letras iguais na coluna não diferem entre si para o teste de Tukey a 0,05.

O maior acúmulo nas camadas superiores pode ser explicado pelo maior número de raízes nessa profundidade, associado a maiores deposições de M.O e atividade de microrganismos decompositores.

Analisando-se a variação do VTP% em profundidade no ILPF, observa-se que há uma diminuição significativa nesse percentual na profundidade de 0,05 – 0,10 m, e ainda que dos 33,33 % de poros presentes nessa camada, cerca de 60% está representada por Microporos. Nas camadas inferiores continua havendo um predomínio dos Microporos em relação aos Macroporos. Estes podem ser tratados como indicativos de um adensamento sub-superficial, ocasionado talvez, por um arraste e deposição de material da camada acima, visto que esta área não sofria por pisoteio de animais, sendo o pastejo simulado através da colheita da forragem.

De forma geral o pH H₂O, P, K, V%, Cu, Mn e Zn se mantiveram em níveis mais elevados nos primeiros 5 cm, demonstrando que a aplicação de ARS na dose administrada nesse sistema não tem se mostrado um risco eminente de contaminação do lençol freático, uma vez que esses elementos não estão sendo arrastados no perfil do solo.

Visto que no teor de matéria orgânica não houve diferença significativa em profundidade, pode-se considerar que esse sistema tem acumulado M.O até os 30 cm de profundidade, o que é positivo visto que em áreas de Cerrado a M.O concentra-se nas camadas superiores, como demonstrado neste mesmo estudo.

3.3.3. SISTEMA PLANTIO DIRETO

Uma vez que o sistema SPD utiliza da correção do solo em profundidade por ocasião da sua implantação, pode-se verificar certa estabilidade nos atributos biológicos do solo a nível de perfil. Ao contrário do sistema convencional de cultivo, que utiliza de sucessivos revolvimentos do solo ao longo das safras, a semeadura direta visa manter a estruturação do solo o mais natural possível, proporcionando manutenção dos componentes orgânicos no perfil do solo. Observa-se que, mesmo sem a adição direta de forma orgânica como a ARS, altamente solúvel e processável pela microfauna e microflora do solo, o SPD apresentou teores de matéria orgânica superiores ao da área de referência, e semelhantes ao sistema ILPF, que por sua vez, recebeu a aplicação da ARS durante o período do estudo. Os valores de estoque de carbono semelhantes ao ILPF demonstram a estabilidade das frações orgânicas nesse ambiente, e em profundidade pode-se deduzir que, há bons níveis até a profundidade de 0,30 m, o que corrobora com os resultados encontrados por CORAZZA et al. (1999).

Os teores de Zn, Cu, V% e pH tiveram níveis semelhantes até os primeiros 30 cm no perfil, atingindo a maior parte das raízes das plantas anuais e promovendo enraizamentos mais profundos que visam contornar problemas de déficits hídricos prolongados na cultura. Já, os teores de P, Mn e K se mantiveram mais altos superficialmente, até os 20, 10 e 5 cm, respectivamente. Quanto aos espaços vazios, o sistema apresentou um decréscimo ao longo dos 30 cm sendo que a partir dos 10 primeiros houve diferença significativa. Neste mesmo sentido os teores de Macroporos foram decrescendo em profundidade apresentando diferença significativa a partir dos 20 cm. Efeito contrário foi para o teor de Microporos que passou a se elevar a partir dos 10 cm de profundidade.

3.3.4. PASTAGEM

A Pastagem apresentou o maior volume de poros (VTP%) dentre os sistemas avaliados, ficando abaixo neste atributo apenas para o Cerrado. Também apresentou a maior tendência para os Microporos, o que indica uma maior capacidade de acumular água no perfil. Porém pode indicar também uma compactação pela ação antrópica, no caso pelo pisoteio dos animais. Ao analisar o VTP% em profundidade verifica-se, na pastagem, que os teores se mantiveram no perfil até a camada mais profunda. Analisando a distribuição desses poros verifica-se que, os Microporos se mantiveram em altos níveis desde a primeira camada, dando indícios que esse modelo tem se ajustado bem nesse sistema. Pode-se levantar a hipótese de compactação na primeira camada onde o teor de Microporos se apresenta em níveis extremos em relação aos Macroporos, cerca de 80%.

Apesar de não alcançar valores ideais para Matéria Orgânica (CFSEMG, 1999), ao comparar-se os sistemas de produção e a área de referência observa-se que, a pastagem acumulou maiores teores desse atributo em maiores profundidades. Semelhante a isso, o estoque de carbono apresentou-se em nível mais elevado até 0,3 m.

Do ponto de vista químico, o pH decresce conforme aumenta a profundidade, mantendo-se abaixo da faixa ideal de cultivo desde a primeira camada (Tabela 3).

Os teores de Cu e Zn atingem o nível ALTO apenas na camada de 0,00-0,05 m indicando que não há movimentação tão pronunciada desses elementos no perfil do solo. O Mn, mesmo na camada de 0,00-0,05 m, encontra-se em níveis abaixo do ideal. O P por sua vez atinge o nível de Muito Bom em todas as camadas, porém em nível muito superior até os 20 primeiros cm.

O nível de K^+ , que se demonstrou muito maior no teste de comparação entre as áreas, apresenta uma dinâmica muito grande no perfil da pastagem, atingindo duas vezes o recomendado, com teores considerados como Muito Bom na última camada (0,2-0,3m). A preocupação nesse caso, além do desbalanço com outros nutrientes a exemplo das “Bases” (Ca, Mg), é a possibilidade de contaminação do lençol freático (CUNHA, et.al 1981; SILVA, 2007), uma vez que esse nutriente possui alta capacidade de formar sais podendo levar a eutrofização de águas.

A saturação por bases, mesmo com esses elevados teores de potássio no sistema, não apresentou em geral, nenhum resultado que possa ser descrito como preocupante. Para o caso da forragem, os teores encontram-se como satisfatórios até os 20 cm, na camada subsequente (0,2-0,3m), começa a haver uma queda mais acentuada de V%.

4. CONCLUSÕES

1. Os estoques de carbono tiveram seus teores acrescidos com uso de sistemas conservacionistas em relação à área de Cerrado utilizada como referência, cabendo à Pastagem o maior destaque.
2. A Pastagem irrigada com ARS apresentou maiores teores nos principais atributos químicos do solo, principalmente para o Fósforo e Potássio.
3. Os teores de Estoque de Carbono, pH em água, K, P, MOS, Cu, Mn, Zn e VTP% para os sistemas Pastagem e ILPF irrigados com ARS, foram superiores ou equivalentes aos do SPD e evidenciam potencial para uso da irrigação com ARS nesses sistemas, com resguardo da contaminação ambiental.
4. A aplicação de ARS na pastagem na dose utilizada pode levar a contaminação do solo e lençol freático por P e K, sendo necessário racionalizar esse manejo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; PACHECO, C. A. P. Preparo do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 147, p. 40-45, 1987.

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Embrapa Milho e Sorgo**, Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, jan./fev. 2001.

ANDRADE, D. S.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E.; BALOTA, E. L. Populações de bradirizóbio/rizóbio em função da aplicação de resíduo de suíno e dos sistemas de plantio. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da água, 14, Cuiabá, MT. **CD Anais SBCS**, 2002. 1 CD-ROM.

BALBINO, Luiz Carlos et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 0-0, 2011.

BRASIL; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Instrução Normativa n. 25, de 23 de Julho de 2009.**

BOLLIGER, F. P. Produção da Pecuária Municipal. **IBGE. Unidade Responsável: Diretoria**, vol 41, 2013.

BOLLIGER, F. P. Produção da Pecuária Municipal. **IBGE. Unidade Responsável: Diretoria**, vol 44, 2016.

CABRAL, J. R. et al. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 8, 2011.

CAOVILLA, F. A. et al. Lixiviação de nutrientes provenientes de águas residuárias em colunas de solo cultivado com soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. sSuplemento, 2005.

CARVALHO, M.A.C. et al. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 1141-1148, 2004.

CERRI, C.C.; CARVALHO, J.L.N.; NASCIMENTO, A.M.; MIRANDA, S.H.G. Desafios do Programa ABC no âmbito da ciência do solo. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.14-19, 2012.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS.
Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª
aproximação. 1999.

CORAZZA, E. J. et al. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 2, 1999.

CORRÊA, J. C. et al. Critérios técnicos para recomendação de biofertilizante de origem animal em sistemas de produção agrícolas e florestais. **Embrapa Suínos e Aves- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2011.

CUNHA, R. C. A.; COSTA, A. C. S.; MASETFILHO, B.; CASARINI, D. C. P. Effects of irrigation with vinasse and dynamics of its constituents in the soil: I – physical and chemical aspects. **Water Science Technology**, v.19, n.8, p.155-165, 1981.

DA COSTA, A.N. USO DO BIODISSOLÚDO NA CULTURA DO MAMOEIRO.
congresso brasileiro de agronomia.2017.

DUARTE JR, J.B.; COELHO, F.C. A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto comparado ao sistema convencional com e sem adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, p. 576-584, 2008.

DURIGON, R. et al. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, 2002.

FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M. Cálculo dos estoques de carbono do solo sob diferentes condições de manejo. **Embrapa Pantanal-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2008.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia** 2014. vol.38, n.2, pp.109-112.

FUJISAKA, S. et al. The effects of forest conversion on annual crops and pastures: estimates of carbon emissions and plant species loss in a Brazilian Amazon colony. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdã, v. 69, p. 17-26, 1998.

FONSECA, S. Propriedades físicas, químicas e microbiológicas de um Latossolo vermelho-amarelo sob eucalipto, mata natural e pastagem. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1984. 78p. (Tese de Mestrado)

KICHEL, Armindo Neivo et al. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPP)- experiência no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 1, p. 94-105, 2014.

Machado, R.B., M.B. Ramos Neto, P. Pereira, E. Caldas, D. Gonçalves, N. Santos, K. Tabor & M. Steininger. 2004a. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. **Conservation International do Brasil**, Brasília.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. San Diego: **Academic Press**, 1995.

MADEIRA, M.V.; FABIÃO, A.; PEREIRA, J.S.; ARAÚJO, M.C. & RIBEIRO, C. Changes in carbon stocks in *Eucalyptus globulus* Labill, plantations induced by different water and nutrient availability. **Foreste Ecology and Management.**, 171:75-85, 2002.

MAGGI, C. F. et al. Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 2, 2011.

MEDINA, E.F. et al. seleção de solos da região de viçosa para utilização como barreira química para metais pesados. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, [S.l.], v. 4, n. 3, p. 0349-0352, jul. 2018.

OLIVEIRA JUNIOR, J.A de; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C.P. EFEITOS DO MANGANÊS SOBRE A SOJA CULTIVADA EM SOLO DE CERRADO DO TRIÂNGULO MINEIRO¹. **Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 35, n. 8, p. 1629-1636, 2000.

OLIVEIRA, P.A.V.. Uso racional da água na suinocultura. **Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamento**, p. 63-71, 2002.

OLIVEIRA, R.L. VIABILIDADE DO LODO DE ESGOTO NA AGRICULTURA. **Exatas & Engenharia**, v. 7, n. 17, 2017.

OLIVEIRA, E.B. de; RIBASKI, J.; ZANETTI, É.A.; PENTEADO JÚNIOR, J.F. Produção, carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.57, p.45-56, 2008.

PAIVA, P.L.R.; FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; FAQUIN, V. Efeito do manejo do solo sobre os teores de matéria orgânica, nitrogênio mineral, fósforo e bases trocáveis. **Ciência e Agrotecnologia**, v.21, p.35-43, 1997.

PEREIRA GOMES, O. et al. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, 2004.

- RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. QUAGGIO, JA Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. **Campinas: Instituto Agrônômico**, 2001.
- RAJI, B. VAN. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Agro. Ceres. **Associação Brasileira para a Pesquisa do Potássio e do Fosfato**, 1991. 343p.
- RASSINI, J.B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 821-825, 2004.
- RIBEIRO, J.F; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. **Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1998.
- ROSOLEM,C.A; FOLONI, J.S.S; DE OLIVEIRA, R.H. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 301-309, 2003.
- SALCEDO, I.H.; ELLIS, B.G.; LUCAS, R.E. Studies in soil manganese. II. Extractable manganese and plant uptake. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.43, p.138-141, 1979.
- SALTON, Júlio Cesar. et al. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira: 1977**. Brasília. Vol. 46, n. 10 (out. 2011), p. 1349-1356, 2011.
- SELLES, F.; KOCHANN, R.A.; DENARDIN, J.E.; ZENTNER, R.P.; FAGANELLO, A. Distribuição de frações de fósforo em um Latossolo brasileiro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa do solo e plantio direto**, v.44, p.23-34, 1997.
- SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférrico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.133-139, 2003.
- SOUZA, Edicarlos Damacena de. et al. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista brasileira de ciência do solo. Campinas**. Vol. 33, n. 6 (nov./dez. 2009), p. 1829-1836, 2009.
- SPADOTTO, C.A.; RIBEIRO, W.C. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria**. Botucatu: FEPAF, 2006.
- SILVA, M.A.S.da; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C.. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático.**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.11, n.1, p.108–114, 2007.

SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Teores de nutrientes e matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.387-394, 2001.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A. Deficiência de manganês em soja induzida por excesso de calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.27, n.2, p.247-250, fev. 1992.

TSUYOSHI WATANABE, Ronaldo et al. Produtividade da cultura de soja em função da densidade populacional e da porcentagem de cátions (Ca, Mg e K) no complexo sortivo do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 4, 2005.

TONIAZZO, Fabiane et al. AVALIAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE CO₂ EM SOLO COM ADIÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS SUINÍCOLAS E IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS DA SUINOCULTURA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 253-274, 2018.