

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS CURSO DE AGRONOMIA**

**TACIANA BEATRIZ SANTOS DE OLIVEIRA**

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM SISTEMA SILVIPASTORIL E SUA  
INFLUÊNCIA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO**

**UBERLÂNDIA – MG**

**2020**

**TACIANA BEATRIZ SANTOS DE OLIVEIRA**

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM SISTEMA SILVIPASTORIL E SUA  
INFLUÊNCIA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

**UBERLÂNDIA – MG**

**2020**

**TACIANA BEATRIZ SANTOS DE OLIVEIRA**

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA EM SISTEMA SILVIPASTORIL E SUA  
INFLUÊNCIA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Agronomia, da  
Universidade Federal de Uberlândia, para  
obtenção do grau de Engenheiro  
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de  
Camargo

Aprovado pela Banca Examinadora em 22 de dezembro de 2020

---

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

---

Dr. Julio Cesar Delvaux

---

Dr. Miguel Henrique Rosa Franco

**RESUMO:**

O objetivo desse trabalho foi avaliar, durante quatro anos, as características químicas do solo em um sistema silvipastoril, utilizando água residuária de suínos, sob o cultivo de pastagem e eucalipto. Notadamente em relação à suinocultura brasileira, vemos que o procedimento é bastante estudado, pois tem reflexos positivos na agricultura cultivada nacional. O procedimento tem se mostrado uma alternativa bastante interessante para a regulação do pH e fertilização do solo em situações que demandam a correção. O experimento foi conduzido na Fazenda Bonsucesso, localizada no município de Uberlândia. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 5 repetições. Os tratamentos aplicados são 5 doses de água residuária de suinocultura: 0, 200, 400, 600 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Foram avaliados os teores de macro e micronutrientes no solo. Os dados foram analisados por análise de variância verificando a significância de cada variável individualmente para dose (ARS). A aplicação de ARS proporcionou incremento dos teores de K e B no solo, independente da dose. De acordo com os resultados obtidos com a aplicação de ARS em um sistema silvipastoril, verificou-se que a dose de 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> é a mais indicada.

**PALAVRAS-CHAVE:** dejetos de suínos; resíduo orgânico; suinocultura; tecnologia e agronomia.

**ABSTRACT:**

The objective of this work was to evaluate, for two years, the acidity of the soil in a silvopastoral system, using swine wastewater, cultivating pasture and eucalyptus. Notably in relation to Brazilian pig farming, we see that the procedure is well studied as it has positive effects on national farming. The procedure has proved to be a very interesting alternative for the regulation of soil pH in situations that require intervention. The experiment was conducted at Fazenda Bonsucesso, located in the city of Uberlândia. The statistical design used was randomized blocks with 5 repetitions. The treatments applied are 5 doses of swine wastewater: 0, 200, 400, 600 and 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. The contents of macronutrients and micronutrients in the soil will be evaluated. The data were analyzed by analysis of variance verifying the significance of each variable individually for dose (ARS). With the application of ARS there was an increase in the content of K and B in the soil regardless of the dose. According to the results obtained with the application of ARS in a silvopastoral system, it was found that the dose of 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> is the most indicated.

**KEYWORDS:** swine manure; organic waste; pig farming; technology and agronomy.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2 REVISÃO LITERÁRIA</b> .....	<b>6</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1 Aspectos gerais</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2 Análises químicas</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 Análises dos dados</b> .....	<b>12</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS:</b> .....	<b>17</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Acidez do solo (pH do solo) é a concentração de  $H^+$  presente na solução do solo, ou seja, quantidade de hidrogênio disponível na solução do solo. O pH ideal para solo agricultável é entre 6 e 7, pois nessa faixa os nutrientes ficam disponíveis na quantidade ideal para a planta. Sendo assim, quanto menor o pH (0 a 6), mais ácido está o solo, que é corrigido por meio da calagem,  $CaCO_3$  (calcário), podendo ser calcítico ou dolomítico, isso vai depender da análise de solos, pois só através dessa análise que se sabe a quantidade de nutrientes e a correção que deve ser feita nesse solo.

O presente estudo se faz necessário em um cenário onde a economia brasileira está baseada, majoritariamente, na produção agrícola de bens de consumo animal e vegetal. E, nesse cenário, o Sistema silvipastoril está sendo uma fonte de aperfeiçoamento de solo e técnicas de aumentar a eficiência das produções.

A água residuária de suinocultura (ARS) pode ser usada como um fertilizante, se realizada de maneira adequada, pois apresenta características nutritivas ao solo. Apresenta, também, potencial poluidor, mas contém macro (N, P, Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Zn, Cu e outros) que ajudam a reduzir o uso de fertilizantes químicos nas plantações, diminuindo custos e aumentando a sustentabilidade (CABRAL; et. al.). Quando aplicada em excesso, a água residuária pode causar danos às plantas ou poluir rios, por lixiviação ou escoamento superficial (CASTALDELLI; et. al.).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar, durante quatro anos, as características químicas do solo em um sistema silvipastoril, utilizando água residuária de suínos, cultivando pastagem e eucaliptos.

## 2 REVISÃO LITERÁRIA

Notadamente em relação à suinocultura brasileira, vemos que o procedimento é bastante estudado, pois tem reflexos positivos na agricultura cultivo nacional. O procedimento tem se mostrado uma alternativa bastante interessante para a regulação do pH do solo em situações que demandem a intervenção.

Segundo Gonçalves e Palmeira (2006, n.p), a suinocultura brasileira, a exemplo de outras cadeias produtivas do agronegócio, cresceu significativamente, nos últimos quatorze anos. Esse crescimento é notado quando se analisa os vários indicadores econômicos e sociais, como volume de exportações, participação no mercado mundial, número de empregos diretos e indiretos, entre outros.

Segundo a Embrapa, os benefícios ao solo são: fixação de N pelas árvores, matéria orgânica por dejetos de animais e decomposição de folhas/raízes das árvores, elevação do teor de nutrientes nas camadas mais profundas do solo através das raízes, proteção contra erosão, redução de perdas de nutrientes e das matérias orgânicas, diminuição da amplitude térmica e melhoria na estruturação do solo. Além da calagem, existem outros meios de se diminuir a acidez do solo, um deles é o sistema silvipastoril, que combina árvores, pastagens e gado numa mesma área e ao mesmo tempo.

Por conseguinte, a suinocultura tem potencial de melhorar o sistema de produção de suínos. Sobre o tema Cabral, et. al (2011, p. 824) trazem que a inserção da indústria no processo produtivo da suinocultura contribuiu para melhoramento das raças de suínos e consequente tecnificação do sistema de manejo, empregando-se altas tecnologias nas áreas de nutrição, sanidade e ampliação da escala de produção gerando, como efeito colateral, grande produção de dejetos.

Os sistemas silvipastoris têm definições trazidas por diferentes estudiosos, nesse contexto, para Castro e Paciullo (2006, p. 1):

**Os sistemas silvipastoris são associações de pastagens com árvores e, ou, arbustos e animais herbívoros, sendo uma opção viável para promover a sustentabilidade dos sistemas de produção animal a pasto.** Em tais sistemas, também conhecidos como sistemas agroflorestais pecuários, a sombra do componente arbóreo promove amenização ambiental ao reduzir a temperatura do ar e do solo, resultando em maior conforto para os animais na pastagem, e **a deposição de biomassa das árvores contribui para melhorar a fertilidade do solo, elevando a disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio**, para as forrageiras herbáceas e melhorando a qualidade da forragem, algumas vezes aumentando a sua produção. (grifos nossos).

O sistema de melhoramento do solo funciona, portanto, criando uma elevação dos teores de matéria orgânica importante para a produção, afinal criam uma

“reciclagem” dos nutrientes orgânicos das camadas mais profundas, dando maior fertilidade ao solo, e criando a nitrogenização do mesmo, por exemplo.

O sistema silvipastoril tem inúmeros benefícios, e apontamos os descritos por Rodrigues (2017, p. 7), que diz que os benefícios para o solo decorrentes da implantação de sistemas silvipastoris são: a ciclagem de nutrientes, proporcionada pela absorção desses pelas raízes das árvores em maiores profundidades, deposição de matéria orgânica, redistribuição de carbono, influência na produtividade e valor nutritivo das forrageiras, entre outros.

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

#### 3.1 Aspectos gerais

O trabalho foi realizado na Fazenda Bonsucesso, na rodovia Campo Florido Km 20, localizada no município de Uberlândia-MG, nas coordenadas geográficas Lat. 19°05'17"S, Long. 48°22'00"W e altitude média de 820 metros (Figura 1).

**Figura 1.** Localização da área experimental na Fazenda Bonsucesso (19°05'17"S 48°22'00"W), em Uberlândia, Minas Gerais.



Fonte: Google Earth, 2019.

De acordo com o sistema de classificação de Koppen, o clima da região é caracterizado como sendo do tipo tropical típico, com média de precipitação em torno



de 1600 mm por ano, apresentando moderado déficit hídrico no inverno e excesso de chuvas no verão (ROLIM; CAMARGO, 2016).

O sistema agroflorestal foi conduzido, sob uma área de Cerrado, originalmente estabelecida com pastagem de *Urochloa decumbens*, manejado com bovinos destinados ao sistema de corte de forma extensiva com sinais de degradação. O solo na área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de acordo com a classificação de Santos et al. (2013). No ano de 2014, início do experimento, foi realizada a coleta de solo e dessa análise iniciou a caracterização química (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização química e teor de argila do solo da área experimental localizada na Fazenda Bonsucesso, em Uberlândia, Minas Gerais, 2014

pH	P	K	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	SB	T
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						
5,7	9,6	0,07	0,0	0,9	0,5	1,8	1,47	3,27
B	Cu	Fe	Mn	Zn	V	m	MO	Argila
-----mg dm <sup>-3</sup> -----					-----%-----		dag kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
0,11	0,8	36	3,6	1,2	45	0	1,7	114

P, K = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>); P disponível (extrator Mehlich<sup>-1</sup>); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); H+Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio. Argila: Método da pipeta. M.O. = Matéria Orgânica pelo Método Colorimétrico. (DONAGEMA et al., 2011).

Segundo Ribeiro et al. (1999), o pH do solo foi considerado bom, com acidez classificada como média, não sendo necessário a realização de calagem para a correção da acidez do solo. Segundo esse mesmo autor, os teores de magnésio (Mg), cobre (Cu) e o zinco (Zn) encontravam-se com os teores considerados médios e os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), boro (B) e manganês (Mn) estavam baixo (Tabela I). A adubação de plantio e cobertura para a citriodora foi realizada de

acordo com a análise de solo e necessidade da planta, segundo (RIBEIRO et al., 1999).

Em fevereiro de 2015, realizou-se o plantio das mudas, o espaçamento utilizado no plantio de citriodora (*Corymbia citriodora*) em linhas duplas foi de 2 metros entre plantas, 3 metros entre linhas e 15 metros entre as linhas duplas. Nas entrelinhas da citriodora manteve-se a pastagem de *Urochloa decumbens*. As parcelas constituíram de 10 metros de comprimento, contendo 5 plantas em cada linha simples, totalizando 10 plantas na parcela, por 6 metros de largura, com uma área de 60m<sup>2</sup>.

Juntamente com o plantio realizou a adubação com 100 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) aplicados na linha de plantio e, após 90 e 150 dias, realizou a adubação de cobertura com 0,15 kg por planta do formulado 20-00-20. O controle de plantas infestantes foi realizado através de capina manual, aos 60, 120 e 180 dias após o plantio, em uma faixa de 80cm sobre a linha de plantio.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 5 repetições (Figura 2). Os tratamentos foram 4 doses de água residuária de suinocultura (ARS): 200, 400, 600 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e um tratamento sem a aplicação de ARS, sendo as aplicações parceladas em duas épocas, da água e da seca.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 5 repetições (Figura 2). Os tratamentos foram 4 doses de água residuária de suinocultura (ARS): 200, 400, 600 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e um tratamento sem a aplicação de ARS, sendo as aplicações parceladas em duas épocas, da água e da seca.

**Figura 2.** Croqui da área experimental na Fazenda Bonsucesso, em Uberlândia, Minas Gerais



A ARS é proveniente da suinocultura da fazenda Bonsucesso, com 6.000 suínos na fase de engorda, apresentando um volume médio nessa fase de 110 m<sup>3</sup> de ARS por dia. Os dejetos são manejados com biodigestor de manta de PVC e lagoa de estabilização, ficando armazenados por aproximadamente 20 dias. Em todas as aplicações de ARS, foram coletadas amostras para a caracterização da sua composição química (Tabela 2).

**Tabela 2.** Caracterização química da água residuária de suinocultura (ARS), de uma granja de terminação.

Determinação	Unidade	1°	2°	3°
pH	%	7,0	7,4	7,4
Densidade	%	-	1,01	-
Matéria Orgânica	%	0,65	0,91	0,65
Carbono Orgânico	%	0,36	0,5	0,36
Nitrogênio Total	%	0,35	0,47	0,14
Relação C/N	%	1,03	10,7	2,57
Fósforo 1(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) total	%	0,70	0,07	0,08
Potássio 1<20sol. em	%	0,36	0,18	0,36
Cálcio (Ca)	%	0,54	0,58	0,68
Magnésio (Mg)	%	0,05	0,06	0,10
Enxofre (S)	%	0	0	0
Sódio (Na)	mg L <sup>-1</sup>	200,0	300,0	700,0
Cobre (Cu)	mg L <sup>-1</sup>	5,0	6,0	15,0
Zinco (Zn)	mg L <sup>-1</sup>	5,0	5,0	9,0

### 3.2 Análises químicas

As amostras de solos foram coletadas na profundidade de 0-20cm e foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 45 °C durante 48 h, sendo caracterizadas como terra fina seca em estufa (TFSE), em seguida, foram trituradas com uso de destorroador manual, passando por peneira de 2 mm de diâmetro para remover os torrões e impurezas. As análises químicas das amostras de solo foram realizadas com base a metodologia da Donagema et al. (2011) determinando: os macronutrientes, P, K, Ca, Mg, S, e os micronutrientes, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

### 3.3 Análises dos dados

Após as avaliações, os resultados foram processados utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). Para avaliar o efeito dos tratamentos (variáveis independentes) sobre as variáveis dependentes, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparações de médias por meio do teste de regressão, adotando-se o nível de significância de 5% (STORCK et al., 2000).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 1.** Média do valor da acidez ativa (pH em H<sub>2</sub>O), dos teores de Al e da matéria orgânica (MO), e a acidez potencial (H + Al) no solo com cultivo de *Corymbia citriodora* consorciada com *Urochloa decumbens* após 4 anos consecutivos de aplicação de água residuária de suínos (ARS)

Doses	Profundidade do solo (cm)											
	pH H <sub>2</sub> O			Al <sup>3+</sup>			H+Al			MO		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
0	4,82a	4,70a	4,94a	0,46	0,52	0,46	1,48a	1,40a	1,60a	1,38	1,10	0,90
200	4,64a	4,76a	4,72a	0,66	0,80	0,62	1,34a	1,24a	1,24a	1,38	1,22	1,04
400	4,46c	4,72b	4,98a	0,62	0,68	0,60	1,80a	1,64a	1,86a	1,50	1,10	1,00
600	4,90a	4,7ab	4,62b	0,68	0,72	0,52	2,04b	1,76ab	1,64a	1,58	1,24	1,22
800	5,18a	5,16a	5,32a	0,64	0,64	0,56	1,60b	1,60b	1,14a	1,42	1,06	1,00
Média	4,8	4,8	4,9	0,61	0,67	0,55	1,65	1,53	1,50	1,45a	1,14b	1,03b

(<sup>2</sup>) W=0,053; F<sub>levne</sub>=0,385; F<sub>aditividade</sub>=0,693

(<sup>2</sup>) W=0,063; F<sub>levne</sub>=0,462; F<sub>aditividade</sub>=0,040

(<sup>2</sup>) W=0,117; F<sub>levne</sub>=2,008; F<sub>aditividade</sub>=0,431

(<sup>2</sup>) W=0,100; F<sub>levne</sub>=0,631; F<sub>aditividade</sub>=0,017

<sup>1</sup>médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey, respectivamente a 0,05 de significância; <sup>2</sup> W, F<sub>Levene</sub>, F<sub>aditividade</sub>; Estatística dos testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene e Tukey para aditividade respectivamente; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade a 0,01 de significância respectivamente.

**Tabela 2.** Média dos teores das bases, K, Ca E Mg e o valor médio da soma de bases (SB) no solo com cultivo de *Corymbia citriodora* consorciada com *Urochloa decumbens* após 4 anos consecutivos de aplicação de água residuária de suínos (ARS)

Doses	Profundidade do solo (cm)											
	K <sup>+</sup>			Ca <sup>2+</sup>			Mg <sup>2+</sup>			SB		
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>											
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
<b>0</b>	0,08	0,04	0,02	0,42	0,70	0,72	0,42	0,30	0,24	0,92	1,02	0,96
<b>200</b>	0,06	0,02	0,02	0,38	0,50	1,04	0,32	0,22	0,28	0,76	0,74	1,34
<b>400</b>	0,06	0,06	0,00	0,56	0,76	0,74	0,54	0,38	0,32	1,16	1,2	1,06
<b>600</b>	0,14	0,08	0,10	0,70	0,70	1,08	0,52	0,32	0,30	1,36	1,08	1,46
<b>800</b>	0,08	0,04	0,08	0,48	0,34	0,44	0,36	0,24	0,22	0,92	0,62	0,72
<b>Média</b>	0,08 <sub>a</sub>	0,05 <sub>b</sub>	0,04 <sub>b</sub>	0,51 <sub>b</sub>	0,60 <sub>a</sub>	0,80 <sub>a</sub>	0,43 <sub>a</sub>	0,29 <sub>b</sub>	0,27 <sub>b</sub>	1,02 <sub>a</sub>	0,93 <sub>a</sub>	1,10 <sub>a</sub>
	<sup>(2)</sup> W= <b>0,111</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>0,524</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>0,032</b>			<sup>(2)</sup> W= <b>0,140</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>1,128</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>8,508</b>			<sup>(2)</sup> W= <b>0,052</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>0,814</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>3,042</b>			<sup>(2)</sup> W= <b>0,111</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>1,246</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>5,241</b>		

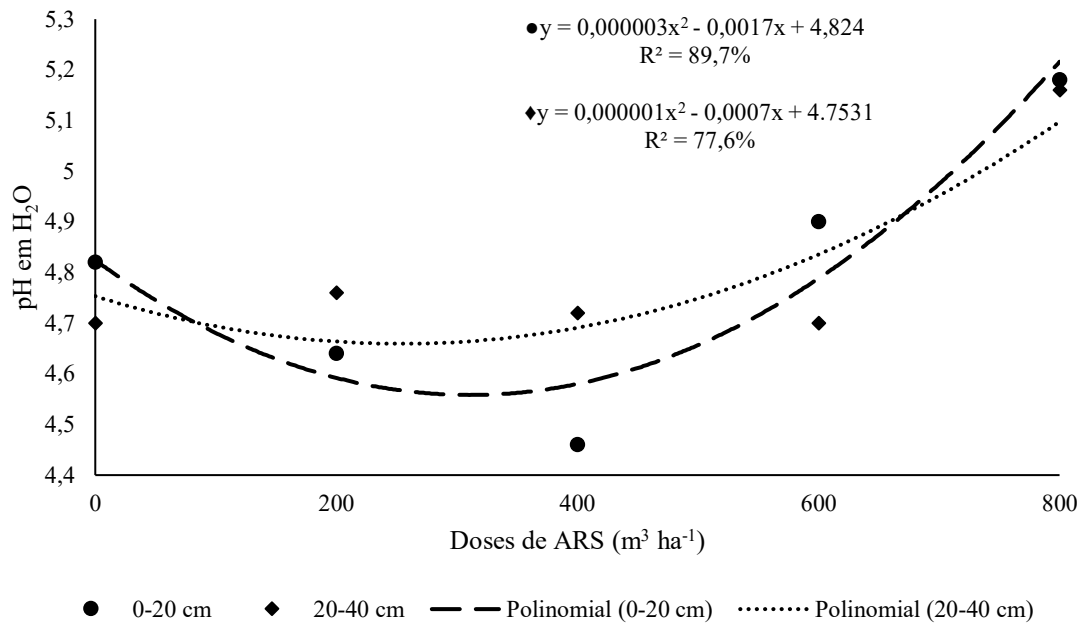
<sup>1</sup>médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey, respectivamente a 0,05 de significância; <sup>2</sup> W, F<sub>Levene</sub>, F<sub>aditividade</sub>; Estatística dos testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene e Tukey para aditividade respectivamente; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade a 0,01 de significância respectivamente

**Tabela 3.** Média dos valores médios da CTC ativa (t), CTC total (T), saturação por alumínio (m) e saturação por bases (V) no solo com cultivo de *Corymbia citriodora* consorciada com *Urochloa decumbens* após 4 anos consecutivos de aplicação de água residuária de suínos (ARS)

Doses	Profundidade do solo (cm)											
	t			T			m			V		
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>											
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
<b>0</b>	1,36	1,6	1,46	2,40	2,44	2,58	33,0	34,6	32,5	37,6	42,6	39,3
<b>200</b>	1,42	1,54	1,98	2,10	1,98	2,58	46,6	50,9	38,0	36,2	37,6	46,3
<b>400</b>	1,78	1,90	1,66	2,96	2,82	2,92	33,8	39,0	36,7	38,8	40,9	36,0
<b>600</b>	2,04	1,84	2,00	3,40	2,86	3,10	33,8	40,7	28,0	38,9	38,2	46,5
<b>800</b>	1,58	1,28	1,30	2,52	2,22	1,88	42,0	50,0	44,8	35,7	28,0	37,3
<b>Média</b>	1,64 <sub>a</sub>	1,63 <sub>a</sub>	1,68 <sub>a</sub>	2,68 <sub>a</sub>	2,46 <sub>a</sub>	2,61 <sub>a</sub>	37,8 <sub>a</sub>	43,0 <sub>a</sub>	36,0 <sub>a</sub>	37,5 <sub>a</sub>	37,5 <sub>a</sub>	41,1 <sub>a</sub>
	<sup>(2)</sup> W= <b>0,085</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>0,679</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>3,869</b>			<sup>(2)</sup> W= <b>0,103</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>1,238</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>0,592</b>			<sup>(2)</sup> W= <b>0,081</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>0,869</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>0,224</b>			<sup>(2)</sup> W= <b>0,118</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>1,131</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>0,405</b>		

<sup>1</sup>médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey, respectivamente a 0,05 de significância; <sup>2</sup> W, F<sub>Levene</sub>, F<sub>aditividade</sub>; Estatística dos testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene e Tukey para aditividade respectivamente; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade a 0,01 de significância respectivamente

**Figura 1.** Média dos valores de pH em H<sub>2</sub>O no solo com cultivo de *Urochloa decumbens* após 4 anos consecutivos de aplicação de água residuária de suínos (ARS) em diferentes profundidades



De acordo com os resultados, após 4 anos de aplicação de água residuária, pode-se ver que a matéria orgânica é maior nas camadas superficiais, por liberar Hidrogênio, reduz o pH, acidificando o solo. Na dose 400 e profundidade 0-20, o pH foi menor que nas demais, provavelmente por causa da lixiviação/percolação das bases ou, também, por causa da competição entre o eucalipto e o capim marandu. (Tabela 01).

Doses	Profundidade do solo (cm)											
	pH H <sub>2</sub> O			Al <sup>3+</sup>			H+Al			MO		
	0-20	20-40	40-60	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						dag kg <sup>-1</sup>		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
0	4,82 <sup>a</sup>	4,70a	4,94a	0,46	0,52	0,46	1,48a	1,40a	1,60a	1,38	1,10	0,90
200	4,64 <sup>a</sup>	4,76a	4,72a	0,66	0,80	0,62	1,34a	1,24a	1,24a	1,38	1,22	1,04
400	4,46c	4,72b	4,98a	0,62	0,68	0,60	1,80a	1,64a	1,86a	1,50	1,10	1,00
600	4,90 <sup>a</sup>	4,7ab	4,62b	0,68	0,72	0,52	2,04b	1,76 <sup>a</sup> b	1,64a	1,58	1,24	1,22
800	5,18 <sup>a</sup>	5,16a	5,32a	0,64	0,64	0,56	1,60b	1,60b	1,14a	1,42	1,06	1,00
Média	4,8	4,8	4,9	0,61	0,67	0,55	1,65	1,53	1,50	1,45a	1,14b	1,03b
	<sup>(2)</sup> W=0,053; F <sub>ievne</sub> =0,385; F <sub>aditividade</sub> =0,693			<sup>(2)</sup> W=0,063; F <sub>ievne</sub> =0,462; F <sub>aditividade</sub> =0,040			<sup>(2)</sup> W=0,117; F <sub>ievne</sub> =2,008; F <sub>aditividade</sub> =0,431			<sup>(2)</sup> W=0,100; F <sub>ievne</sub> =0,631; F <sub>aditividade</sub> =0,017		

---

<sup>1</sup>médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey, respectivamente a 0,05 de significância; <sup>2</sup> W, F<sub>Levene</sub>, F<sub>aditividade</sub>; Estatística dos testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene e Tukey para aditividade respectivamente; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade a 0,01 de significância respectivamente

Em contrapartida, Cabral et al. (2011), antes da aplicação dos tratamentos os valores do pH no perfil do solo não foram estatisticamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade, ocorrendo o inverso após aplicação nas camadas de 0-5, 20-40 e 40-60 cm, através do teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. Duarte et al. (2008), também avaliaram o efeito da aplicação de efluente doméstico tratado e água de abastecimento público na cultura do pimentão e concluíram que o uso da água residuária não provocou alterações significativas no pH. Já na dose 600 e profundidade 0-20 o pH foi maior que nas demais. Também na profundidade de 0-20, a acidez potencial foi maior nos maiores valores de dose (600-800).

No quarto ano, o pH reduziu e o Al aumentou, como podemos ver na Tabela 01. Como fala Rodrigues (2017) Uma das causas que geram acidez do solo são os teores de Al presentes na solução, que ao reagir com a água, libera H, contribuindo para a sua acidificação. De acordo com os estudos de Cabral et al. (2011), antes da aplicação dos tratamentos os valores do Al no perfil do solo não foram estatisticamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade, ocorrendo o inverso após aplicação nas camadas de 0-5, 20-40 cm, através do teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. Em Rodrigues (2017) a ARS não elevou os teores de Al no solo, contribuindo para não reduzir o valor do pH do mesmo.

Já em continuação, o potássio (K) aumentou, porque 70% desse nutriente o suíno libera em dejetos e água residuária, divergindo do encontrado por Cabral et al. (2011), que constatou uma diminuição significativa do nutriente. De 0-20 o K foi maior, em consonância com Freitas et al. (2004), que registraram aumento na concentração de K na camada de 0-50 cm. Rodrigues (2017) trouxe que os teores de K no solo, após a aplicação de diferentes doses de ARS, ficaram com valores bem elevados nas três profundidades, podendo ter prejudicado a concentração de Ca nas diferentes profundidades. Isso acontece pois, segundo Silva & Trevisan (2015), altos teores de K pode inibir a concentração de Ca e Mg, reduzindo sua concentração no solo, devido a interação antagônica existente entre eles.

Segundo Furtini Neto et al. (2001) a aplicação de resíduos orgânicos ao solo aumenta a lixiviação de Ca, devido o aumento da matéria orgânica. O Cálcio (Ca)

diminuiu, sendo maior na profundidade de 40-60, concordando com o trazido por Cabral et al. (2011) onde os níveis de Ca foram reduzidos, exceto nas camadas 40-60 cm, onde observou-se aumento estatístico dos níveis. Ainda nesse sentido, Rodrigues (2017) mostrou que a ARS utilizada naquele experimento, mesmo contendo Ca em sua composição, não elevou os teores no solo em diferentes profundidades.

Já Freitas et al. (2004) registraram aumento na concentração de Ca de 35,1 para 324,6 mg L no solo quando aplicaram ARS na cultura do milho.

O Magnésio ficou estável, apresentando maior valor entre 0-20 cm de profundidade. E a soma de bases não foi alterada, após quatro anos aplicando a água residuária, (Tabela 02). Resultados divergentes dos encontrados por Cabral et al. (2011, p. 827) onde os teores de Mg no perfil do solo antes da aplicação dos tratamentos, não representaram diferenças estatísticas, mas, após a aplicação, os teores aumentaram significativamente.

Doses	Profundidade do solo (cm)											
	K <sup>+</sup>			Ca <sup>2+</sup>			Mg <sup>2+</sup>			SB		
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>											
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
<b>0</b>	0,08	0,04	0,02	0,42	0,70	0,72	0,42	0,30	0,24	0,92	1,02	0,96
<b>200</b>	0,06	0,02	0,02	0,38	0,50	1,04	0,32	0,22	0,28	0,76	0,74	1,34
<b>400</b>	0,06	0,06	0,00	0,56	0,76	0,74	0,54	0,38	0,32	1,16	1,2	1,06
<b>600</b>	0,14	0,08	0,10	0,70	0,70	1,08	0,52	0,32	0,30	1,36	1,08	1,46
<b>800</b>	0,08	0,04	0,08	0,48	0,34	0,44	0,36	0,24	0,22	0,92	0,62	0,72
<b>Média</b>	0,08 <sub>a</sub>	0,05b	0,04b	0,51b	0,60a <sub>b</sub>	0,80a	0,43a	0,29b	0,27b	1,02a	0,93a	1,10a
	(2) W= <b>0,111</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>0,524</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>0,032</b>			(2) W= <b>0,140</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>1,128</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>8,508</b>			(2) W= <b>0,052</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>0,814</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>3,042</b>			(2) W= <b>0,111</b> ; F <sub>Levene</sub> = <b>1,246</b> ; F <sub>aditividade</sub> = <b>5,241</b>		

<sup>1</sup>médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey, respectivamente a 0,05 de significância; <sup>2</sup> W, F<sub>Levene</sub>, F<sub>aditividade</sub>; Estatística dos testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene e Tukey para aditividade respectivamente; valores em negrito indicam resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade a 0,01 de significância respectivamente

Além disso, estatisticamente, nem a dose, nem a profundidade alterou as CTC's, conforme a Tabela 03, contrastando com o observado por Queiroz et al. (2004), que aplicando ARS, observaram que embora tenham sido incorporadas grandes quantidades de macro e micronutrientes com a aplicação da ARS, não houve saturação do complexo de troca do solo e ocorreu aumento na capacidade de troca catiônica (CTC).



## 5 CONCLUSÃO

Depois de quatro anos de estudo, verificou-se que a aplicação de ARS diminuiu o pH nas profundidades de 0-20 cm e 40-60 cm, sendo as doses de 283 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 350 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> as que promovem os menores valores, respectivamente. A partir dessa dose, o pH tende a aumentar.

O Al e o K aumentaram, e o Ca e o Mg diminuíram, após quatro anos de aplicação da ARS. O aumento no teor de K na solução do solo, reduz teores de Ca e Mg. Elevada quantidade de ARS, pode lixiviar nutrientes básicos, como Ca e Mg, sendo substituídos no complexo de troca por elementos acidificantes, como H, promovendo grau elevado de acidez.

A melhor dosagem estudada foi a de 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Sendo assim, o uso de ARS deve ser realizado juntamente com a correção do solo e análise química anual, para que obtenha bons resultados.

## REFERÊNCIAS:

BOHNEN, H. **Acidez e calagem**. In: GIANELLO, C., BISSANI, C.A., TEDESCO, M.J. (eds.) Princípios de fertilidade de solo. Porto Alegre : Dep. de Solos. Fac. de Agronomia. UFRGS, 1995. p.51-76.

CABRAL, Juarez R; et al. **Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Paraíba, 2011, pp. 823-831. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n8/09.pdf>> . Acesso em: 20 jul 2020.

CASTALDELLI, Ana P. A et al . **Meso e macrofauna de solo cultivado com milho e irrigado com água residuária da suinocultura**. Eng. Agríc., Jaboticabal , v. 35, n. 5, p. 905-917, Out. 2015 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162015000500905&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162015000500905&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 28 Jul 2020.

CASTRO, Carlos Renato Tavares de; PACIULLO, Domingos Sávio Campos. **Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris**. Comunicado técnico 50, Juiz de Fora-MG, 2006. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/595889/1/COT50.pdf>> Acesso em: 31 jul 2020.

DUARTE, A. S; AIROLDI, R. P. S.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A.; SOARES, T M. **Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, p.302– 310, 2008.

EMBRAPA. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. Tfflorestal, 2019, n.p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/sistema-silvipastoril/tema> . Acesso em: 20 jul 2020.

FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A.; CENCON, P. R.; PINTO, F. A.; GALVÃO, J. C. C. **Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura sobre a produção de milho para silagem**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, p.120-125, 2004.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.;

GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. 1º ed. Lavras, ESAL/FAEPE. 252p. 2001.

GONÇALVES, Rafael Garcia; PALMEIRA, Eduardo Mauch. **Suinocultura Brasileira**. Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ver. N° 71, 2006. Disponível em: <https://www.vetanco.com/wp-content/uploads/sites/7/2014/07/Suinocultura-Brasileira.pdf> . Acesso em: 20 jul 2020.

JONES, U.S. **Fertilizers & soil fertility**. Reston : Reston. 1979. 368p.

RODRIGUES, Carlos. **Mobilidade de nutrientes no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura, em um Sistema agroflorestal**. Monografia, Universidade Federal de Uberlândia – MG, 2017. Disponível em: <http://clyde.dr.ufu.br/bitstream/123456789/22442/1/MobilidadeNutrienteSolo.pdf> . Acesso em: 30 jul 2020.

SILVA, M. L. S.; TREVIZAM, A. R. **Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas**. Informações agrônômicas. n. 149, p. 10-16, 2015.

DONAGEMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B. de; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

RIBEIRO, Antonio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácito G.; ALVAREZ, Victor Hugo. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, v. 359, 1999.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A., 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e Aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS. 319 p. janeiro, 2020.

FERREIRA, D. F..Sisvar: **a computerstatisticalanalysis system**. Ciência e agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

STORCK, L., GARCIA, D.C., LOPES, S.J. & ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. Santa Maria: Ed. UFSM, 198 p. 2000.