

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DO LODO DE CALEIRO E DE
DECANTADOR EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DO ACRE.****MA038**

Fernanda Gonçalves Serrenho^{(1)*}, Fernanda Ardilha dos Santos⁽¹⁾, Germana Breves Rona⁽¹⁾,
Daniel Vidal Pérez⁽²⁾, Sarai de Alcantara⁽¹⁾, Paulo Guilherme S. Wadt⁽³⁾. *e-mail:
fernanda.serrenho@gmail.com

⁽¹⁾ Instituto de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. ⁽²⁾ Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. ⁽³⁾
Embrapa Acre, Rio Branco, AC

(RESUMO) A possibilidade de disciplinar a disposição resíduo de curtume em áreas de produção agropecuária é interessante, pois representa um destino mais nobre do que o descarte em aterros sanitários. Em princípio, dois tipos de lodo, de caleiro e de decantador, têm o poder de incrementar a fertilidade do solo. Porém, deve avaliar-se os riscos de contaminação. Foi portanto o objetivo do presente estudo, aplicar doses diferentes desses dois tipos de resíduo em um solo representativo do estado do Acre. Os resultados obtidos sugerem que doses maiores podem ser problemáticas, notadamente, pelo incremento da salinização do solo.

(INTRODUÇÃO) A pecuária de corte representa atualmente a principal atividade produtiva do setor primário no Estado do Acre, com aproximadamente dois milhões de cabeças. No Estado do Acre, uma única indústria curtidora é a responsável pelo beneficiamento primário de todo o couro (salgado ou de frigorífico), pelo processo de couro semi-acabado "Wet-blue". Neste processo, são produzidos três tipos principais de lodo: o lodo de caleiro, o lodo de decantador e o lodo de serragem cromada, sendo que o primeiro, é rico em nitrogênio e cálcio e apresenta alto poder de neutralização da acidez, enquanto que o terceiro é rico em sais de cromo e não é recomendado para disposição em áreas agrícolas.

Nos últimos anos tem ocorrido pressão sobre este setor no sentido de normalizar a disposição dos resíduos gerados no processo de curtimento. A forma de disposição convencional, despejando os resíduos nos corpos de água resulta em elevado impacto ambiental negativo (alta mortalidade de peixes, odor desagradável nas águas). A disposição destes resíduos em áreas de pastagens degradadas ou de baixa produtividade parece ser uma alternativa viável, visto o elevado poder de neutralização e a composição do resíduo, destacando-se quantidades significativas de matéria orgânica, nitrogênio e cálcio. Entretanto, considerando as particularidades químicas e físicas dos solos do Estado do Acre (Wadt, 2005), torna-se imprudente recomendar a utilização do lodo de caleiro sem estudos básicos para estabelecer a equivalência agrônômica para o nitrogênio orgânico contido no resíduo, a efetiva capacidade de neutralização da acidez do solo e o potencial de forte risco de salinização e contaminação por metais pesados.

A possibilidade de disciplinar a disposição destes resíduos em áreas de produção agropecuária é fundamental, pois sua disposição em aterros sanitários pode trazer problemas de infiltração no lençol freático devido às elevadas cargas de produtos organo-minerais em espaços reduzidos, além dos riscos de acidentes ambientais. Outras alternativas, como tanques de sedimentação e oxidação, são de altos riscos ambientais, principalmente para os corpos de água localizados nas proximidades da área industrial. Assim, a disposição dos resíduos em áreas agrícolas, ao permitir sua oxidação por processos biológicos e garantir a precipitação dos metais por processos físico-químicos naturais é desejável do ponto de vista ambiental, além do benéfico em fornecer nutrientes para as pastagens improdutivas. Como os resíduos são oferecidos de forma gratuita pela indústria, representam, ainda, uma excelente alternativa para a pecuária local, com a possibilidade de melhorar a produtividade das pastagens sem a necessidade de reforma ou renovação, desde que impactos ambientais negativos sejam evitados.

(OBJETIVOS) O objetivo deste trabalho visa avaliar a utilização agrícola do lodo de caleiro e de decantador, determinando seu impacto nas características físico-químicas do solo, além de

analisar possíveis efeitos de toxicidade dos componentes do lodo de curtume em plantas de milho.

(METODOLOGIA) O lodo de curtume utilizado neste experimento foi gerado pela Exportadora Bom Retiro Ltda e consiste no lodo de caleiro. O material foi caracterizado quanto ao equivalente ao PRNT (Poder de Neutralização Total), teor de carbono orgânico e nitrogênio total.

Para avaliar o potencial deste material como fornecedor de nitrogênio, corretivo de acidez e seu potencial risco de salinização e contaminação por metais pesados, foi, inicialmente, montado um experimento, no delineamento em blocos inteiramente casualizados, em casa de vegetação na Embrapa Acre (CPAF-AC), com oito tratamentos e cinco repetições, a saber: 1) testemunha controle, sem aplicação de fertilizantes; 2) testemunha convencional, consistindo da aplicação, em equivalentes por ha, de 25 kg de N no plantio + 75 kg de N em cobertura; 3) 300 kg ha⁻¹ de N na forma de N-orgânico de lodo de caleiro; 4) 600 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de caleiro; 5) 1200 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de caleiro; 6) 300 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de decantador; 7) 600 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de decantador; 8) 1200 kg ha⁻¹ de N-orgânico de lodo de decantador. Todos estes tratamentos receberam 75 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 50 K₂O kg ha⁻¹, respectivamente como superfosfato simples e cloreto de potássio. Como fonte de nitrogênio utilizou-se o sulfato de amônio.

O lodo e os fertilizantes forma misturados em vasos com capacidade de 7 L, contendo amostra superficial de um solo típico do Acre, um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico. A amostra foi seca em estufa (40 °C), destorroada, peneirada (<2 mm) e acondicionada nos vasos a uma densidade de 1,4 g cm⁻³. Após oito dias da aplicação dos tratamentos, foram semeadas em cada vaso 12 sementes de milho, fazendo-se, posteriormente, desbaste para duas plantas por vaso. 60 dias após a semeadura, as plantas foram cortadas na altura do colo, e o solo foi separado em parte de cima do vaso (primeiros 15 cm) e parte de baixo do vaso (últimos 15 cm). As formas “disponíveis” dos metais estudados, no solo, foram obtidas em extração com solução de Mehlich 1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹) e DTPA (pH 7,3) de acordo com Embrapa (1997). As determinações de CTC, carbono orgânico (C.Org.) e pH (água/KCl) também seguiram Embrapa (1997). A extração sequencial seguiu o protocolo de Wasserman et al. (2005), cujo protocolo de extração seguiu as seguintes etapas:

Fase geoquímica e seu significado	Etapa
Trocável Fracamente ligado aos componentes do solo	Extraído em fase salina levemente ácida
Levemente ácida Ligado a carbonatos	CH ₃ COOH (2 M) + CH ₃ COONa (2 M) 1:1; pH 4.7. Temperatura ambiente
Ambiente de Redução Ligado a óxidos de Fe e MN	NH ₂ OH.HCl (0.1 M); pH2
Ambiente de Oxidação Ligado a compostos lábeis da matéria orgânica	H ₂ O ₂ (30%) + CH ₃ COONH ₄ (1M); pH 2
Alcalino Ligado a compostos orgânicos ou de Fe e Al resistentes	NaOH (0.1 M) ; pH 12. Temperatura ambiente
Residual: Não mobilizado nas fases anteriores minerals	Aqua regia. Aquecido a 50°C/ 30min

As determinações analíticas dos metais analisados foram realizadas por espectrometria de emissão por plasma acoplado indutivamente na Embrapa Solos (ICP-OES, PE OPTIMA 3000). Os dados obtidos foram analisados, estatisticamente, usando-se o SAS (2003). Para resultados significativos encontrados pelo teste F, foram aplicados o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, a fim de se classificar as médias de tratamentos.

(RESULTADOS) Em princípio, observa-se que as doses de lodo e o tipo de lodo tiveram influência significativas em algumas das propriedades do solo, sendo isso mais evidente nas amostras de solo coletadas na parte superior do vaso (Cima) do que na inferior (Baixo). Os teores de cálcio e magnésio foram significativamente maiores na maior dose de N (1200 kg/ha equivalente N) e para o lodo de decantador (Tabela 1), sendo essa resposta mais evidente na parte de cima do vaso (Tabela 2). Os teores de Na e K responderam às doses de N, independente do tipo de lodo (Tabela 1), sendo, também, essa resposta mais evidente na parte de cima do vaso (Tabela 2). Considerando a soma das bases (Tabela 1), observa-se que houve incremento com as doses de N, sendo a resposta maior para o lodo de decantador. Isso trouxe conseqüências para o pH (Tabela 3) que aumentou significativamente com respeito à amostra controle, sendo maior nas maiores doses de N, independente do tipo de lodo aplicado. Em profundidade, o efeito foi maior para o lodo de decantador (Tabela 4). Como esperado, a aplicação de doses crescentes de lodo diminuíram o Al e H (Tabela 1). No entanto, esse efeito foi mais pronunciado na parte de cima do vaso (Tabela 2)

Os resultados de micronutrientes e metais pesados (Tabela 5), em média, foram maiores para o extrator Mehlich 1 do que no DTPA, a exceção do Zn e Pb. Cr só foi detectado, na extração com Mehlich 1 e só na parte superior do vaso (Tabela 5). Ni só foi detectado na extração com DTPA. Em geral, independente do extrator, os resultados de Cu, Zn e Pb não sofreram variações significativas em função dos tratamentos testados, tanto na parte de cima, como na de baixo do vaso. Na parte de baixo, o número de elementos que não apresentaram variação significativa com os tratamentos testado aumentou, corroborando os dados de literatura que demonstram baixa mobilidade desses elementos no perfil do solo (Alloway, 1995). Isso também pode ser observado na tabela 6, no caso do extrator Mehlich 1. Para o DTPA, os resultados de Co, Ni e Pb, mostram valores significativamente maiores para as amostras coletadas em profundidade, fato que não era esperado.

Tabela 1. Resultados de cátions trocáveis e CTC do experimento por tipo de tratamento.

Lodo	N kg/ha	Ca cmolc kg ⁻¹	Mg	K	Na	Valor S	Al	H	CTC
CIMA									
Controle		0,9	e 0,6	b 0,06	bc 0,03	c 1,5	e 0,6	a 2,4	a 4,5
NPK	100	0,8	e 0,7	b 0,08	b 0,02	c 1,6	e 0,7	a 2,5	a 4,8
	300	1,9	d 0,6	b 0,03	c 0,44	bc 2,9	de 0,1	b 1,7	ab 4,8
Caleiro	600	2,8	c 0,8	b 0,04	bc 0,84	bc 4,5	d 0,0	b 1,5	abc 6,0
	1200	4,1	b 0,9	b 0,18	a 1,48	ab 6,6	bc 0,0	b 1,0	bcd 7,6
	300	3,1	c 0,6	b 0,03	c 1,21	bc 4,9	cd 0,0	b 1,4	abcd 6,3
Decant.	600	4,5	b 1,4	b 0,06	bc 1,33	b 7,3	b 0,0	b 0,5	cd 7,8
	1200	5,3	a 2,6	a 0,17	a 2,71	a 10,8	a 0,0	b 0,4	d 11,2
BAIXO									
Controle		0,6	b 0,6	a 0,04	b 0,02	c 1,3	c 0,7	a 2,1	a 4,1
NPK	100	0,7	b 0,6	a 0,05	b 0,02	c 1,3	c 0,7	a 2,4	a 4,4
	300	0,6	b 0,7	a 0,03	b 0,37	b 1,7	bc 0,5	b 2,3	a 4,5
Caleiro	600	0,8	ab 0,6	a 0,04	b 0,42	b 1,8	bc 0,4	bc 2,2	a 4,3
	1200	0,6	b 0,6	a 0,10	a 0,52	b 1,8	bc 0,3	cd 2,1	a 4,3
	300	0,8	ab 0,7	a 0,03	b 0,56	b 2,0	ab 0,4	bc 2,3	a 4,7
Decant.	600	0,8	ab 0,6	a 0,05	b 0,49	b 1,8	bc 0,3	cd 2,1	a 4,2
	1200	0,9	a 0,6	a 0,10	a 0,97	a 2,6	a 0,2	d 2,2	a 5,0

Tabela 2. Resultados de cátions trocáveis e CTC do experimento por posição no vaso.

Posição	Ca	Mg	K	Na	Valor S	Al	H	CTC
	cmolc kg							
Cima	2,9	a 1,0	a 0,08	a 1,01	a 5,0	a 0,2	b 1,4	b 6,6
Baixo	0,7	b 0,6	b 0,06	b 0,42	b 1,8	b 0,4	a 2,2	a 4,4

Tabela 3. Resultados de pH, fósforo, carbono orgânico, nitrogênio e relação C/N do experimento por tipo de tratamento.

Lodo	N	pH agua	pH KCl	P	C.Org.	N	C/N
	kg/ha			mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
CIMA							
Controle		5,3	de 4,2	d 15	cd 6,36	a 0,92	a 7
NPK	100	4,8	e 4,1	d 13	d 6,78	a 1,00	a 7
	300	5,6	cd 4,8	c 13	d 6,34	a 1,00	a 6
Caleiro	600	5,9	bc 5,2	bc 18	cd 6,76	a 1,14	a 6
	1200	6,7	a 6,4	a 22	bcd 5,70	a 1,14	a 5
	300	6,2	b 5,5	b 23	bc 7,18	a 1,02	a 7
Decant.	600	6,8	a 6,3	a 29	b 5,56	a 0,94	a 6
	1200	7,0	a 6,8	a 39	a 7,14	a 1,08	a 6
BAIXO							
Controle		5,3	bc 4,2	b 3	a 5,62	a 0,78	a 7
NPK	100	5,0	c 4,1	b 2	a 6,38	a 0,88	a 7
	300	5,3	bc 4,1	b 3	a 5,98	a 0,92	a 7
Caleiro	600	5,4	abc 4,1	b 2	a 5,92	a 1,00	a 6
	1200	5,6	ab 4,4	ab 2	a 5,38	a 0,98	a 6
	300	5,2	bc 4,2	b 3	a 6,64	a 0,98	a 6
Decant.	600	5,6	ab 4,3	b 2	a 4,94	a 0,84	a 6
	1200	5,8	a 4,7	a 4	a 6,84	a 1,02	a 7

Tabela 4. Resultados de pH, fósforo, carbono orgânico, nitrogênio e relação C/N do experimento por posição no vaso.

Posição	pH agua	pH KCl	P	C.Org,	N	C/N
			mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹		
Cima	6,0	a 5,4	a 21	a 6,5	a 1,0	a 6
Baixo	5,4	b 4,3	b 3	a 6,0	a 0,9	b 6

Tabela 5. Resultados de micronutrientes e metais pesados extraídos por solução Mehlich 1 e DTPA por tipo de tratamento.

Lodo	N kg/ha	Mehlich													
		Cu mg kg ⁻¹	Fe	Mn	Zn	Cr	Co	Pb							
CIMA															
Controle		1,17	a	40,61	b	76,79	b	0,13	a	<LD	c	0,10	b	<LD	a
NPK	100	0,96	a	40,99	b	109,99	ab	0,16	a	<LD	c	0,22	ab	<LD	a
	300	0,98	a	33,89	b	111,04	ab	<LD	a	<LD	c	0,16	ab	0,06	a
Caleiro	600	0,99	a	35,53	b	141,63	a	0,18	a	<LD	c	0,18	ab	0,14	a
	1200	1,11	a	46,24	b	148,33	a	0,12	a	<LD	c	0,21	ab	0,33	a
Decant.	300	1,03	a	46,98	b	105,94	ab	0,18	a	0,05	bc	0,14	ab	<LD	a
	600	1,15	a	65,66	ab	126,87	a	0,18	a	0,18	ab	0,22	ab	0,18	a
	1200	1,14	a	82,65	a	143,63	a	0,41	a	0,28	a	0,23	a	<LD	a
BAIXO															
Controle		1,07	ab	39,19	a	90,98	a	0,12	a	-----		0,08	b	<LD	a
NPK	100	1,05	ab	32,53	a	84,04	a	0,15	a	-----		0,18	ab	<LD	a
	300	1,05	ab	40,84	a	109,76	a	0,07	a	-----		0,20	ab	0,07	a
Caleiro	600	0,94	b	27,17	a	105,44	a	0,08	a	-----		0,24	a	0,08	a
	1200	0,97	ab	24,89	a	112,06	a	0,00	a	-----		0,27	a	0,29	a
Decant.	300	1,00	ab	28,27	a	103,62	a	0,13	a	-----		0,18	ab	<LD	a
	600	0,91	b	20,40	a	92,95	a	0,00	a	-----		0,19	ab	<LD	a
	1200	1,18	a	37,73	a	87,87	a	0,29	a	-----		0,25	a	0,13	a
DTPA															
		Cu		Fe		Mn		Zn		Co		Ni		Pb	
mg kg ⁻¹															
CIMA															
Controle		1,07	a	33,99	a	70,39	b	0,40	a	0,11	ab	0,05	a	0,3	a
NPK	100	0,85	a	35,73	a	102,47	ab	0,35	a	0,17	a	0,06	a	0,304	a
	300	0,73	a	18,44	ab	99,98	ab	0,20	a	0,11	ab	0,02	a	0,274	a
Caleiro	600	0,65	a	12,45	b	118,66	a	0,32	a	0,05	b	0,00	a	0,238	a
	1200	0,63	a	9,49	b	116,15	a	0,27	a	0,06	b	0,01	a	0,186	a
Decant.	300	0,66	a	11,30	b	78,66	b	0,29	a	0,06	b	0,00	a	0,064	a
	600	0,64	a	11,90	b	86,55	ab	0,35	a	0,08	b	0,01	a	0,148	a
	1200	0,71	a	18,89	ab	112,98	a	0,45	a	0,08	b	0,01	a	0,182	a
BAIXO															
Controle		1,02	a	27,09	a	66,38	b	0,28	a	0,11	c	0,09	a	0,24	a
NPK	100	0,92	a	25,32	a	77,09	ab	0,35	a	0,13	bc	0,09	a	0,30	a
	300	0,92	a	22,90	a	90,72	ab	0,26	a	0,14	bc	0,06	a	0,36	a
Caleiro	600	0,81	a	20,26	a	99,18	a	0,26	a	0,18	ab	0,02	a	0,38	a
	1200	0,88	a	18,44	a	102,04	a	0,18	a	0,22	a	0,00	a	0,63	a
Decant.	300	0,87	a	16,47	a	89,31	ab	0,20	a	0,14	bc	0,05	a	0,34	a
	600	0,70	a	10,08	a	87,50	ab	0,15	a	0,11	c	0,03	a	0,29	a
	1200	1,07	a	33,10	a	82,71	ab	0,51	a	0,19	ab	0,03	a	0,39	a

(CONCLUSÃO) Em princípio, os dois tipos de lodo incrementaram a fertilidade do solo estudado. No entanto, doses maiores podem ser problemáticas, notadamente, pelo incremento da salinização do solo.

(BIBLIOGRAFIA)

- ALLOWAY, B.J. Heavy metals in soils. 2.ed. Glasgow (UK): Blackie. 1995. 368p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 1997. 212p.
- SAS. 2003. SAS System for Windows, v.9.1.3, SAS Institute Inc., Cary, NC; CD-ROM.
- Wadt; P.G.S. Minerais da Fração Argila de Relevância para os Solos do Estado do Acre. In: Wadt, Paulo Guilherme Salvador. Manejo do Solo e Recomendação de Adubação para o Estado do Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005, p. 63-92.
- Wasserman, M.A.; Viana, A.G.; Bartoly, F.; Perez, D.V.; Ruas Rochedo, E.; Wasserman, J.C.; de Carvalho Conti, C.; Janvrot Vivone; R. Bio-geochemical behavior of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in tropical soil. Radioprotection – Colloques, v.40, Supplement1, p.S135-142. 2005.

Agradecimentos: FAPERJ, CNPq, FUJB, Embrapa.