



XIII SESMA

Seminário Estadual de Saneamento e Meio Ambiente

**27 A 30 DE VITÓRIA
NOVEMBRO 2023**

1 DE DEZ - VISITAS TÉCNICAS

**TEMA
GESTÃO SUSTENTÁVEL DO SANEAMENTO**

LOCAL: FINDES - VITÓRIA - ES

Compostagem de Lodo de Esgoto gerado entre a parceria das PPP's (AEGEA x CESAN) da região metropolitana da Grande Vitória e o grupo Lara, visando seu uso em solos agrícolas

Edna Bertoncini - Pesquisadora Científica, Engenheira Agrônoma
APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios



PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA




CTRVV
CENTRAL DE TRATAMENTO
DE RESÍDUOS VILA VELHA

Vitória, ES - 28 novembro/2023

AMBIENTAL
ae SERRA

AMBIENTAL
ae VILA VELHA

AMBIENTAL
ae CARIACICA

Secretaria de  **SÃO PAULO**
Agricultura e Abastecimento GOVERNO DO ESTADO

Equipe

- Edna I Bertoncini – Engenheira Agrônoma, Pesquisadora Científica Nível VI
- Raquel Castellucci Caruso Sachs - Pesquisadora Científica – levantamento custos, viabilidade econômica
- Vera Lucia Pimentel Salazar – Pesquisadora Científica
- Tiago Leandro Silva – Estagiário – Graduando Engenharia *Mecatrônica*
- Isabelly N. Martins Gonçalves - Gerente de Operações Aegea - Pós graduada em Eng. Sanitária Ambiental
- Valdir A. Alcarde Junior - Diretor Executivo Aegea - Eng. Químico

Destinação de lodo de esgoto, custos e oportunidades

Lodo	Local	Volume gerado	Aterro	Frete	Compostagem	Aterro + frete
		t/mês	Custo R\$/tonelada			Custo R\$/tonelada/mês
ETE Franca - Sabesp/SP	Franca, SP	2.600	130,00 + frete		-	338.000,00
ETE Caetetuba e Estoril,	Atibaia, SP	300	140,00 (vai para empresa de compostagem)		78,80 (mecanização terceirizada)	42.000,00
ETE Iguaba Grande/São Pedro Aldeia/Armação Búzios/Arraial Cabo/Cabo Frio	Região Lagos, RJ	450	150,00 + frete		-	67.500,00
ETE Bela Vista e Ponte do Caixão	Piracicaba, SP	1.200	160,00 (lodo úmido + aterro) 255,00 (seco estufa+aterro)		115,30 (depreciação área e equipamentos)	192.000,00
ETEs Manguinhos, Bandeirantes e Araçás	Serra/Cariacica Vila Velha, ES	550	150,00	540,00 (alocação caçambas + frete)	-	379.000,00
ETE Barra	Barra da Tijuca, RJ	200 t (atual) 900 t (futuro)	135,00	200,00		67.000,00 301.500,00
CSJ	Jundiaí, SP	4.500	Receita: venda composto = R\$ 200,00/t produção ~ 10.000 t/mês Custo = R\$110,00 /t			~ 2,0 mi – receita ~ 1,1 mi - custo

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

RESOLUÇÃO Nº 498, DE 19 DE AGOSTO DE 2020

Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências.

INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA Nº 27, 05 DE JUNHO DE 2006 (Alterada pela IN SDA nº 7, de 12/04/2016, republicada em 02/05/2016)

ANEXO IV

LIMITES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES ADMITIDOS EM SUBSTRATO PARA PLANTAS (Alterada pela IN SDA nº 7, de 12/04/2016, republicada em 02/05/2016)

Contaminante	Valor máximo admitido
Sementes ou qualquer material de propagação de ervas daninhas	0,5 planta por litro, avaliado em teste de germinação
As espécies fitopatogênicas dos Fungos do gênero <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> e <i>Sclerotinia</i>	Ausência
Arsênio (mg/kg)	20,00
Cádmio (mg/kg)	8,00
Chumbo (mg/kg)	300,00
Cromo (mg/kg)	500,00
Mercúrio (mg/kg)	2,50
Níquel (mg/kg)	175,00
Selênio (mg/kg)	80,00

Coliformes termotolerantes - número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS)	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos - número por quatro gramas de sólidos totais (nº em 4g ST)	1,00
<i>Salmonella</i> sp	Ausência em 10g de matéria seca

⇒ Classe A: até 10^3 NMP *E. coli*/ g ST

⇒ Classe B: até 10^6 NMP coliformes termotolerantes/g ST
(restrições de uso agrícola quanto a cultura, pousio do solo)

ANEXO V

LIMITES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES ADMITIDOS EM FERTILIZANTES ORGÂNICOS E CONDICIONADORES DE SOLO (Alterada pela IN SDA nº 7, de 12/04/2016, republicada em 02/05/2016)

Contaminante	Valor máximo admitido
Arsênio (mg/kg)	20,00
Cádmio (mg/kg)	3,00
Chumbo (mg/kg)	150,00
Cromo hexavalente (mg/kg)	2,00
Mercúrio (mg/kg)	1,00
Níquel (mg/kg)	70,00
Selênio (mg/kg)	80,00
Coliformes termotolerantes - número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS)	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos - número por quatro gramas de sólidos totais (nº em 4g ST)	1,00
<i>Salmonella</i> sp	Ausência em 10g de matéria seca
Materiais inertes	Vidros, plásticos, metais > 2mm Pedras > 5mm
	0,5% na massa seca 5,0% na massa seca

(Alterada pela IN SDA nº 7, de 12/04/2016, republicada em 02/05/2016)

QUALIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS, CONDICIONADORES DE SOLOS E SUBSTRATOS DE PLANTAS

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 61, DE 8 DE JULHO DE 2020

Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura.

Garantia	Misto/composto
Umidade (máx.)	50%
N total (mín.)	0,5%
Carbono Orgânico - CO (mín.)	15%
CTC (mín.)	Conforme declarado
pH (mín.)	Conforme declarado
Relação C/N (máx.)	20
Relação CTC/C mínima	Conforme declarado
Outros nutrientes	Conforme declarado

Caracterização dos lodos de esgotos gerados na região metropolitana da Grande Vitória

Caracterização físico-química, química e microbiológica dos lodos de esgoto Manguinhos, Bandeirantes e Araçá

Coleta data	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Teor água	Sólidos			C	N	C/N	CTC mmol.kg ⁻¹	Coliformes		Ovos helmintos	Salmonella sp
					totais	voláteis	cinzas					totais	E.coli		
30/01/2023					-----%					NMP/g ST		Ovos/g ST			
Manguinhos	6,8	6,5	885	85,7	13,5	9,7	3,7	40,2	5,3	7,6	470	3,6x10 ⁵	3,6x10 ⁴	0,0	Ausente
Bandeirantes	7,5	7,0	785	82,6	16,8	10,1	6,7	42,2	4,2	10,0	445	1,0x10 ⁴	2,7x10 ³	0,29	Ausente
Araçá	7,9	7,2	946	80,8	18,0	13,0	5,0	38,4	4,3	9,0	614	6,7x10 ³	3,4x10 ³	0,21	Ausente

Relação sólidos voláteis/sólidos totais – estabilidade da fração orgânica

Lodo de esgoto	Sólidos		SV/ST
	Voláteis	Totais	
30/01/2023	-----%		
Manguinhos (Serra)	9,7	13,5	0,72
Bandeirantes (Cariacica)	10,1	16,8	0,60
Araçá (Vila Velha)	13,0	18,0	0,72

SV/ST até 0,65: uso como lodo classe B

Resolução CONAMA N° 498 (Brasil, 2020)

NECESSÁRIO PÓS-TRATAMENTO DO LODO PARA USO AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL → COMPOSTAGEM

Caracterização dos lodos de esgotos gerados na região metropolitana da Grande Vitória

Teores de metais pesados nos lodos de esgoto das ETEs Manguinhos, Bandeirantes e Araçás

Lodo esgoto	As	Cd	Cr	Hg	Pb	Ni
-----mg kg ⁻¹ -----						
Manguinhos	9,0	1,5	70,3	< 1,0	16,8	13,6
Bandeirantes	14,1	2,0	53,1	< 1,0	24,1	17,0
Araçás	15,4	2,0	32,4	< 1,0	18,8	17,0
CONAMA 498 (2020)	41 ⁽¹⁾ -75 ⁽²⁾	39-85	1000-300	17-57	300-850	420
IN DAS 27 (2016)	20	3,0 ⁽³⁾ - 8,0 ⁽⁴⁾	500	1,0-2,5	150-300	70-175

⁽¹⁾ Lodo classe I; ⁽²⁾ Lodo classe II; ⁽³⁾ Uso como substrato de plantas ⁽⁴⁾ Uso como fertilizante orgânico ou condicionador de solos

OBJETIVO DA PROPOSTA

- Realizar processo piloto de compostagem de 03 lodos de esgoto gerados nas cidades de Vila Velha, Serra, Cariacica, cuja população está em torno de 1,5 milhão de habitantes, com volume de lodo de esgoto gerado estimado de 545 toneladas/mês.
- Os materiais serão compostados com materiais estruturantes abundantes na região, em galpão de 900 m² instalado e licenciado para a atividade dentro de uma unidade da CTRVV – Central de Tratamento de Resíduos Vila Velha Ltda.
- Obtenção de composto orgânico com menor custo de produção, cuja qualidade atenda norma do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para seu registro e comercialização, para uso agrícola.

Levantamento de volume de lodo de esgoto gerado e materiais estruturantes disponíveis



- Poda de árvore de cidades trituradas
- Aparas de gramas
- Restos de culturas agrícolas: palha de café, palhada de cana, restos vegetais

600 toneladas lodo/mês + 1800 toneladas de material estruturante



Quantidade de poda de árvore destinada ao aterro da CTRVV - Ano de 2022

Caracterização físico-química e química dos materiais estruturantes



A- Determinação série de sólidos



B- Determinação N-total



C- Digestão com refluxo para C-total



D- Determinação de C e N-total (titulometria)



E- Determinação de coliformes totais, fecais e *Salmonella* sp

Caracterização físico-química e química dos materiais estruturantes

Amostra	pH H ₂ O	CE (mS cm ⁻¹)	Teor de H ₂ O (65°C)	Sólidos totais	Sólidos voláteis (MO)	Sólidos fixos (cinzas)	C	N	C/N	Coliformes		Salmonella sp
										Totais	E coli	
											NMP/g ST	
Coleta 31/01/2023												
Casca laranja	3,5	3,9	77,8	20,8	19,3	1,5	52,2	1,1	49,3	0,0	0,0	Ausente
Milho	-	-	10,7	84,6	74,3	10,3	49,5	1,1	46,4	-	-	-
Poda	-	-	37,1	62,1	30,4	31,7	38,9	0,7	52,7	-	-	-
Coleta 03/03/2023												
Casca laranja	-	-	64,0	17,3	16,4	0,9	50,6	0,9	56	-	-	-
Poda	-	-	52,6	47,1	44,9	2,2	57,4	0,5	126	-	-	-
Madeira	-	-	37,0	-	-	-	59,4	0,2	252	-	-	-
Alface	-	-	93,7	5,9	4,9	1,0	47,7	3,5	14	-	-	-

Cálculos para obtenção de misturas de resíduos para obtenção de relações C:N variando de 27 a 30:1

Tratamentos	Relação C/N	% de cada resíduo na mistura
1-Lodo Manguinhos + poda de árvore	27:1	45% poda + 55% lodo
2- Lodo Bandeirante + poda de árvore	28:1	43% poda + 57% lodo
3- Lodo Araçás + poda de árvore	27:1	45% poda + 55 % lodo
4- Lodo Manguinhos + milho + laranja	27:1	55%lodo + 40% milho + 5% laranja
5- Lodo Bandeirantes + milho + laranja	28:1	55%lodo +35% milho + 10% laranja
6- Lodo Araçás + milho + laranja	27:1	50%lodo + 35% milho + 15% laranja
7- Lodo Manguinhos + poda + milho + laranja + alface	27:1	50% lodo + 14,5% poda + 20% milho +15,0 % laranja + %0,5 alface
8- Lodo Bandeirantes + poda + milho + laranja + alface	27:1	55% lodo + 15,0% poda + 17% milho + 12,5% laranja + 0,5% alface
9- Lodo Araçás+ poda + milho + laranja + alface	27:1	50% lodo + 19,0% poda + 18% milho + % 12,5 laranja +0,5% alface
10- Lodo Manguinhos + madeira + laranja	27:1	60% lodo + 25% madeira + % 15,0% laranja
11- Lodo Bandeirantes + madeira + laranja	27:1	65% lodo + 25% madeira + % 10% laranja
12- Lodo Araçás + madeira + laranja	28:1	55% lodo + 40% madeira + % 5,0% laranja
13- Lodo Manguinhos + Açúcar (tratamento controle)	28:1	68% lodo + 32% açúcar
14- Lodo Bandeirantes + Açúcar (tratamento controle)	30:1	70% lodo + 30% açúcar
15-Lodo Araçás + Açúcar (tratamento controle)	28:1	55% lodo + 45% açúcar
16- Milho + madeira + laranja + alface	30:1	4% milho + 8% madeira + 18% laranja + 70% alface

Lodo + milho: relação C:N = 40:1

ENSAIO DE RESPIROMETRIA – período 114 dias



B- Mistura lodo + poda, lodo + milho + laranja, e lodo +poda + madeira + laranja + alface

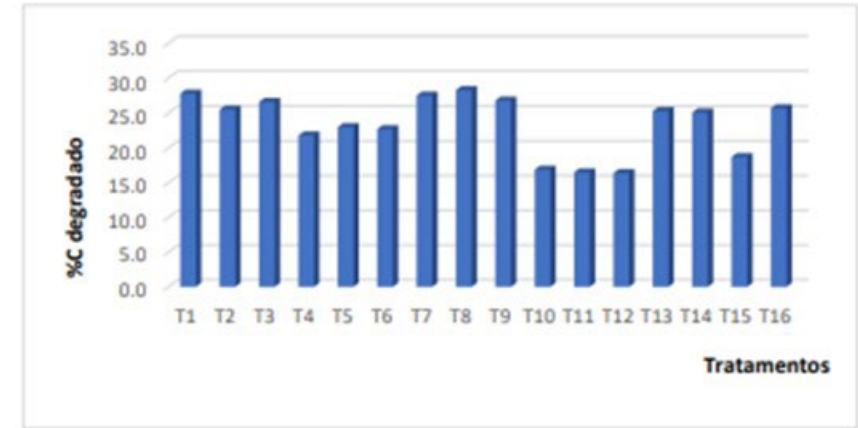


C-Aspecto de montagem dos tratamentos

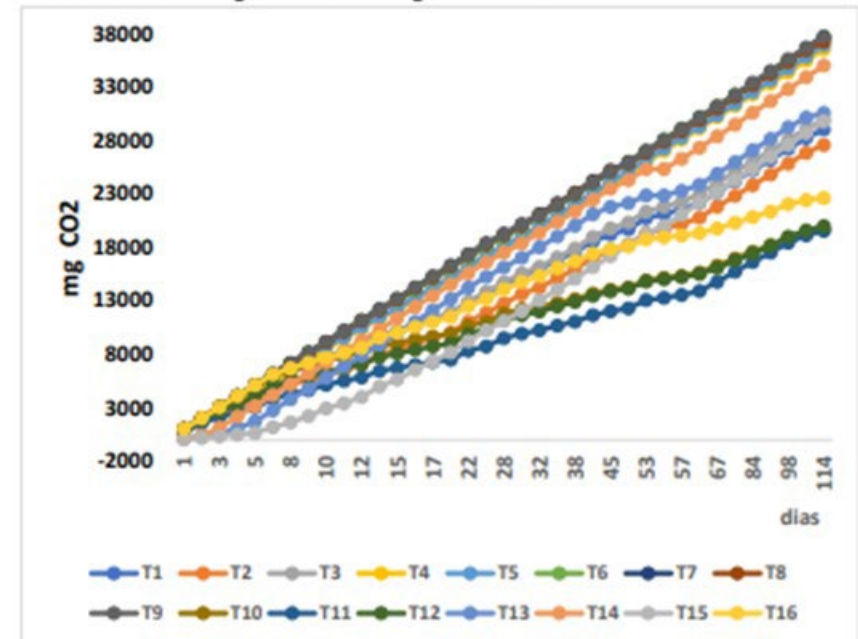


D- Inserção de frasco com solução de NaOH padronizada para captura de CO₂ e incubação em BOD por 25 ± 2° C

E- Aspecto geral de tratamento montado, e leitura diária de condutividade elétrica para determinação de CO₂ evoluído



A- Percentual de C-degradado ao longo de 114 dias



B- Evolução de CO₂ ao longo de 114 dias

ENSAIO DE RESPIROMETRIA: escolha melhores misturas/proporções: reduzir necessidade de material estruturante, reduzir tempo de pátio, reduzir custos

Parâmetros da equação de cinética de primeira ordem estimados a partir do ajuste dos dados de C-evoluído e taxa de degradação obtidos ao longo de 114 dias de condução do teste de respirometria⁽¹⁾

Tratamentos	C adicionado	C-CO ₂ evoluído mg/respirômetro	C-degradado	C ₀	k dia ⁻¹ mg dia ⁻¹	R ²	meia vida T ^{1/2} (dias)	C-degradado (%)	Equação
T1 Lodo Manguinhos + Poda	28.481,5	28.996,3	7.907,3	28.442,7	0,03	0,99	25,7	27,8	C-CO ₂ evoluído = 28442,68 x (1 - e ^{-0,027t})
T2 Lodo Bandeirantes + Poda	29.522,0	27.576,2	7.520,0	28.870,00	0,02	1,00	31,8	25,4	C-CO ₂ evoluído = 28869,96 x (1 - e ^{-0,0218t})
T3 Lodo Araçás + Poda	30.754,7	29.927,8	8.161,3	29.879,8	0,03	0,99	27,2	26,5	C-CO ₂ evoluído = 29879,76 x (1 - e ^{-0,0255t})
T4 L. Manguinhos + Milho + Laranja	45.629,6	36.508,9	9.956,0	37.492,3	0,02	1,00	28,6	21,8	C-CO ₂ evoluído = 37492,3 x (1 - e ^{-0,0242t})
T5 L. Bandeirantes + Milho + Laranja	43.784,9	36.571,2	10.063,6	37.686,0	0,02	1,00	28,3	23,0	C-CO ₂ evoluído = 37685,97 x (1 - e ^{-0,0253t})
T6 L. Araçás + Milho + Laranja	45.077,8	36.903,5	10.242,6	37.903,0	0,03	1,00	26,8	22,7	C-CO ₂ evoluído = 37902,96 x (1 - e ^{-0,0252t})
T7 L.Mang+Poda+Milho+Laranja+Alface	37.297,8	37.559,9	10.257,6	37.704,5	0,03	0,99	26,3	27,5	C-CO ₂ evoluído = 37704,47 x (1 - e ^{-0,0242t})
T8 L.Band+Poda+Milho+Laranja+Alface	35.912,5	37.614,9	10.150,6	37.520,6	0,03	0,99	26,3	28,3	C-CO ₂ evoluído = 37520,63 x (1 - e ^{-0,0242t})
T9 L.Araçás+Poda+Milho+Laranja+Alface	38.409,5	37.222,5	10.289,3	37.940,1	0,03	0,99	26,6	26,8	C-CO ₂ evoluído = 37940,07 x (1 - e ^{-0,0242t})
T10 L. Mang + Madeira + Laranja	31.669,3	37.731,4	5.361,9	17.653,2	0,04	0,96	15,8	16,9	C-CO ₂ evoluído = 17653,18 x (1 - e ^{-0,0429t})
T11 L. Band + Madeira + Laranja	32.381,5	19.662,4	5.331,4	19.250,3	0,02	0,98	28,2	16,5	C-CO ₂ evoluído = 19250,31 x (1 - e ^{-0,0279t})
T12 L. Araçás + Madeira + Laranja	33.271,5	19.978,3	5.448,1	18.527,2	0,03	0,98	19,9	16,4	C-CO ₂ evoluído = 18527,16 x (1 - e ^{-0,0321t})
T13 Lodo Manguinhos + Açúcar	33.192,	30.737,7	8.382,2	31.733,6	0,02	0,99	28,1	25,3	C-CO ₂ evoluído = 31733,56 x (1 - e ^{-0,0218t})
T14 Lodo Bandeirantes + Açúcar	33.939,5	31.207,7	8.510,4	36.041,1	0,02	0,99	29,1	25,1	C-CO ₂ evoluído = 36041,12 x (1 - e ^{-0,0242t})
T15 Lodo Araçás + Açúcar	43.322,1	29.781,3	8.121,4	36.657,5	0,02	0,99	32,4	18,8	C-CO ₂ evoluído = 41657,47 x (1 - e ^{-0,0299t})
T16 Milho+Madeira+Laranja+Alface	19.415,2	18.321,7	4.996,3	21.675,0	0,04	0,99	17,2	25,7	C-CO ₂ evoluído = 21675,03 x (1 - e ^{-0,0429t})

$$C-CO_2 \text{ evoluído} = C_0 \times (1 - e^{-kt})$$

C-CO₂ evoluído = quantidade de CO₂ (mg) liberado no tempo de realização do teste de degradação

C₀ = quantidade de CO₂ potencialmente liberado (mg), no tempo de realização do teste de degradação

k = constante de velocidade de degradação do carbono orgânico (dia⁻¹)

t = tempo em dias

**T1/2 (meia vida) = 50% decomposição
em torno de 25 a 30 dias
Processo de decomposição = 60 dias**

Pátio para projeto piloto de compostagem



Galpão existente totalizando 900 m²



Área no entorno possibilitando expansão

CTRVV – Central de Tratamento de Resíduos Vila Velha Ltda

Montagem e condução de pilhas de compostagem em projeto piloto



1- Em camadas – pá carregadeira



2- Mistura lodo e estruturante com enxada rotativa e montagem com pá carregadeira

06 pilhas de compostagem com cerca de 10-20 toneladas de lodo em cada 1,5-1,7 m altura x 2,0-2,5 m de largura x 20 m comprimento

JANEIRO A MARÇO/2024

Monitoramento e condução das pilhas de compostagem



Temperatura > 65°C: revolvimento Teor de água < 50%: irrigação
Coleta quinzenal de amostras: teor de água, C, N, C/N, pH, CE, coliformes e Salmonella sp

- Água potável para irrigação das pilhas (mangueira; caminhão pipa)
- Medição diária de temperatura
- Revolvimento pilhas
 - Até 15 dias: 02 vezes na semana
 - Após 15 dias: 01 vez na semana
 - T < 50°C: 01 vez/mês

Análises nos 06 compostos produzidos



A- Teste de germinação de tomate e agrião aos 30 dias após a sementeira



B- Uso dos compostos produzidos na cultura da cana-de-açúcar

Análises finais: série de sólidos; teores de C-total; N-total; relação C/N; N-NH₄⁺; N-NO₃⁻; valor de CTC (capacidade de troca catiônica); valores de pH, condutividade elétrica, teores de C, N, P, Ca, Mg, S, Na, e contaminantes: (As; Cd; Pb; Cr; Hg; Ni; Se; Ba; Cu; Mo; e Zn; patógenos: coliformes totais e *E. coli*, *Salmonella* sp e ovos viáveis de helmintos;

⇒ **Germinação de sementes de tomate e agrião, análises de propágulos de plantas daninhas e fungos fitopatogênicos (*Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia* e *Sclerotinia*);**

⇒ **DADOS PARA PROCESSO DE REGISTRO NO MAPA (licença órgão ambiental para pátio de compostagem)**

⇒ **FASE II: ensaio com doses do produto para recomendação ao produtor ⇒ testes agrônômicos (doses x produtividade cultura Agrícola)**

Estudo de Viabilidade Econômica da Compostagem de Lodo de Esgoto

Custo de Produção do Processo de Compostagem na Estação de Tratamento de Esgoto Bela Vista, Piracicaba-SP

Raquel Castellucci Caruso Sachs

Pesquisadora Científica – APTA Piracicaba

Coefficientes de consumo de água e hora/máquina para cálculo dos custos de compostagem, pilhas 1 a 9.

	Pilha1	Pilha2	Pilha3	Pilha4	Pilha5	Pilha6	Pilha7	Pilha8	Pilha9	Total
Água (m ³)	3,63	3,33	2,6	2,59	1,01	1,05	1,69	0,99	4,64	21,53
Montagem (horas)	1	1	1	1	0,5	0,5	0,4	0,4	4	9,83
Revolvimento (horas)	7,5	7,43	6,78	7,92	2,12	2,55	3,75	2,25	8,83	49,13
Total horas	8,5	8,5	7,78	8,92	2,62	3,05	4,15	2,65	12,83	58,96

Coefficientes para cálculos dos custos de compostagem

Coefficiente	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade Total	Custo Total (R\$)
Consumo Água	M ³	36,00	21,53	775,08
Horas/máquina	H/M	22,34	58,96	1.317,17
Hora/Homem	H/H	23,00	58,96	1.356,08
Combustível	litro	4,50	353,82	1.592,19
Embiotec/Korin	t	41,8	16,14	674,65
CUSTO OPERACIONAL TOTAL (COT)	R\$			5.715,17
Total Composto Produzido	t	-	49,55	
Custo Composto Produzido com Embiotic	R\$/t			115,36
Custo composto sem Embiotic				101,8

Custos de produção do composto com lodo de esgoto, processo de secagem+transporte do lodo seco+disposição no aterro, transporte do lodo úmido+disposição no aterro.

	Custo T ⁻¹ Composto	Custo T ⁻¹ Lodo Seco	Custo T ⁻¹ Lodo Úmido
Total	R\$115,36	R\$255,55	R\$156,67

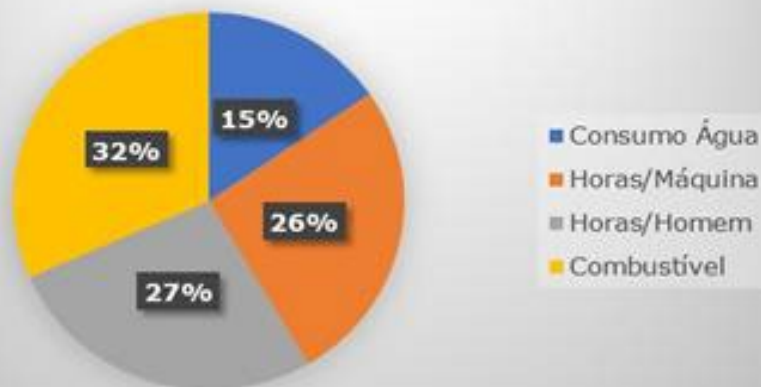
Fonte: Dados primários e informações por contato pessoal na ETE Bela Vista, Piracicaba, SP – Fevereiro/2022

Composto orgânico

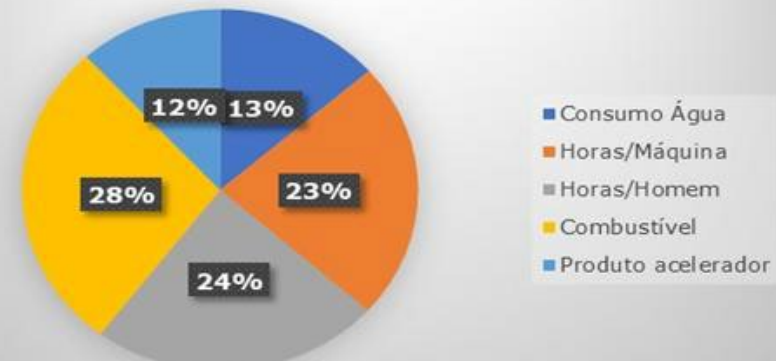
Custo: R\$ 138.000,00

Receita: 2.500 t/mês de composto: R\$ 500.000,00

Custos do processo de compostagem sem o uso de acelerador de decomposição



Custos do processo de compostagem com o uso de acelerador de decomposição



APTA/São Paulo: Aplicação de Lodo de Esgoto e Composto Orgânico no Canavial

Marcadores: Cana de Açúcar



<http://www.apta.sp.gov.br/noticias/pesquisa-da-apta-com-aplicao-do-lodo-de-esgoto-e-composto-organico-diminui-em-at-60-dos-custos-com-fertilizantes-na-cana-e-aumenta-productividade-e-a-vida-util-do-canavial>

- ⇒ Aumento de 30% produtividade da cana-de-açúcar
- ⇒ Redução de 60% custo com fertilizante mineral
- ⇒ Aumento da vida útil do canavial
- ⇒ Aumento de 0,5 a 1,0% no teor de açúcar do caldo

BERTONCINI, E.I.; MORETTI, S.L; VITTI, A.C

- ⇒ Aplicação de lodo de esgoto e composto de lodo de esgoto + poda de árvore
- ⇒ Doses para suprir 100 kg de N/ha
- ⇒ 03 anos de cultivo (residual)

Avaliação de compostos orgânicos como substrato para produção de mudas de cana-de-açúcar pré-brotadas (MPB)

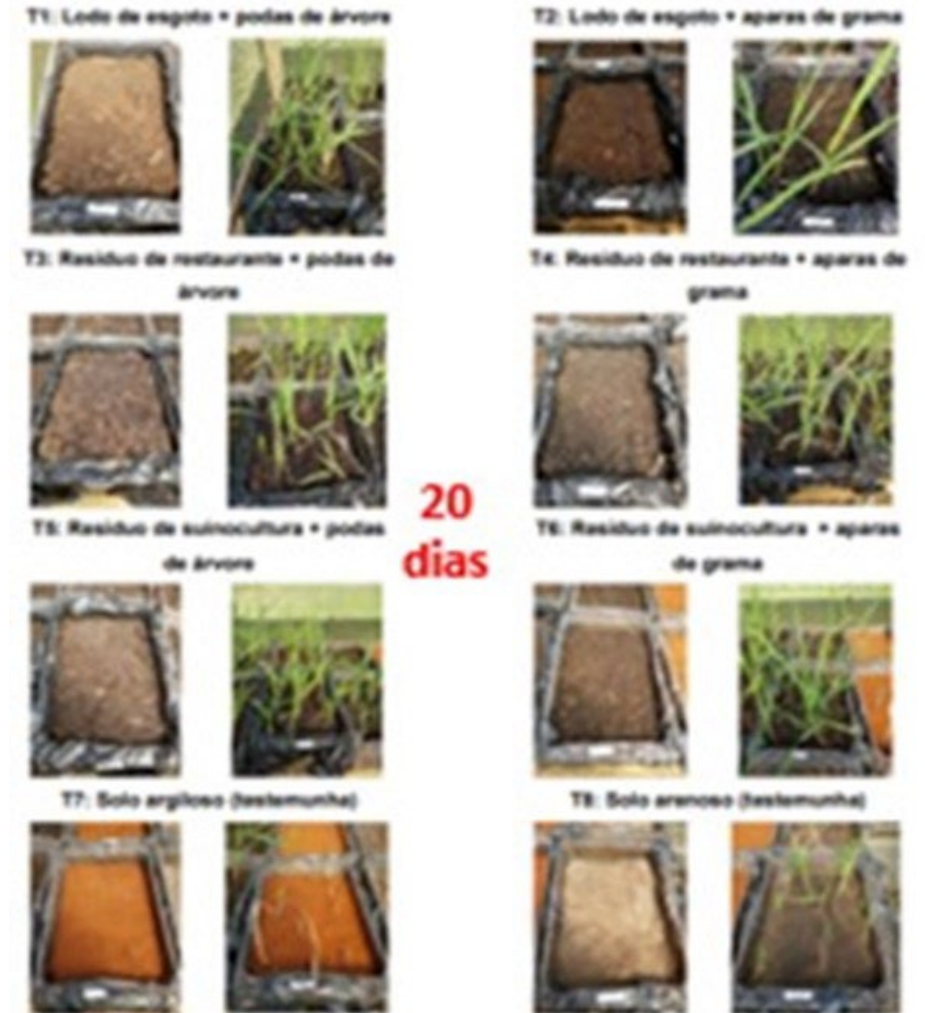


Compostos produzidos a partir de:

- Resíduos de restaurantes industriais
- Lodo de esgoto
- Resíduos sólidos de Suinocultura
- Poda de árvores e Gramas
- Gemas novas x Gemas velhas

% brotação, altura e diâmetro de colmo, biomassa nutrientes
folhas e raízes

Composto resíduos restaurante > lodo de esgoto > resíduos suínos



SUCCESSO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE LODO DE ESGOTO

- *Matéria prima suficiente e disponível ano todo*
- *Área de pátio adequada: Agência Ambiental*
- *Mistura adequada de resíduos*
- *Equipamentos para montagem e revolvimento das pilhas*
- *Monitoramento de temperatura, teor de água, C, N, C/N, E. coli*
- *Qualidade do composto final: registro MAPA*
- *Monitoramento campo: projeto agrícola*

Considerações finais

Favoráveis

- Processo de compostagem de lodo de esgoto é viável: técnico, econômico e ambientalmente sustentável
- Legislações agrícola e ambiental mais adequadas ao longo do tempo
 - estudos nacionais
 - baixo impacto ambiental
 - custo-benefício favorável
 - Pressão ambiental (saturação aterros)
- Extensas área agrícolas para absorção do produto
- Custo fertilizante químico

Limitações

- Material estruturante: não suficiente e já comprometido (Prefeituras, empresas terceirizadas)
- Limitação de máquinas e mão de obra: Automação processo
- Pouco interesse de companhias de Saneamento:
 - troca de aterro de lodo x tratamento de chorume
 - legislação ainda branda quanto a destinação aterros
 - pós-tratamento lodo atividade a mais para saneamento
 - inserção do composto no campo (projeto agrícola)

**SECRETARIA DE AGRICULTURA
E ABASTECIMENTO**



Obrigada!!

edna.bertoncini@sp.gov.br