



GESTÃO DE RESÍDUOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO

Cleverson V. Andreoli

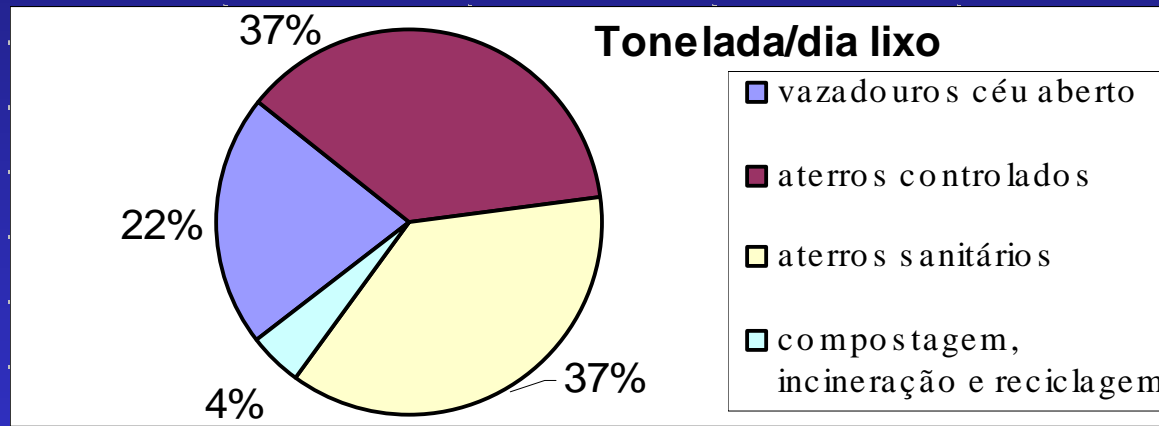
Andreoli@andreoliea.brte.com.br

(41) 562-2892

ABTCP

Gestão de Resíduos: Disposição Final

- Produção e Disposição Final de Resíduos x condições ambientais do Planeta (Brown, 1993).
- Mundo: 6,5 milhões ton/dia resíduos
- Brasil IBGE (2002) 228.413 t/dia



- **Setor de Saneamento:**
 - coleta: 87 milhões
 - tratamento de efluentes (13 bilhões l/dia) produziriam 9 a 13 mil ton/dia.

GESTÃO DE RESÍDUOS

- Volume do lodo: 1 a 2 % do volume do esgoto
- Custo do Gerenciamento: 20 a 60 % da ETE
- Projetos não detalham alternativa de disposição Final
- Problema gerenciado emergencialmente pelos operadores
- Falta de alternativa compromete benefícios do sistema de tratamento.

SUSTENTABILIDADE

AGENDA 21 CAPÍTULO 21

- **Diminuir a produção;**
- **Reciclagem - Produzir lodo de melhor qualidade;**
- **Destino final adequado (para os resíduos últimos)**

LODO DE ESGOTO

- Todo sistema de tratamento de efluentes gera lodo

Lodo primário \Rightarrow 35 a 45 g/hab. dia

Lodo secundário aeróbio \Rightarrow 20 a 45 g/hab. dia

anaeróbio \Rightarrow 15 g/hab. dia

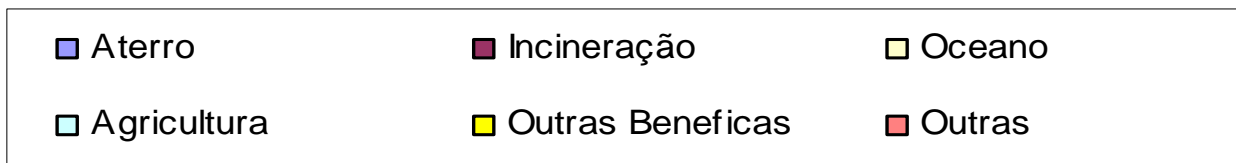
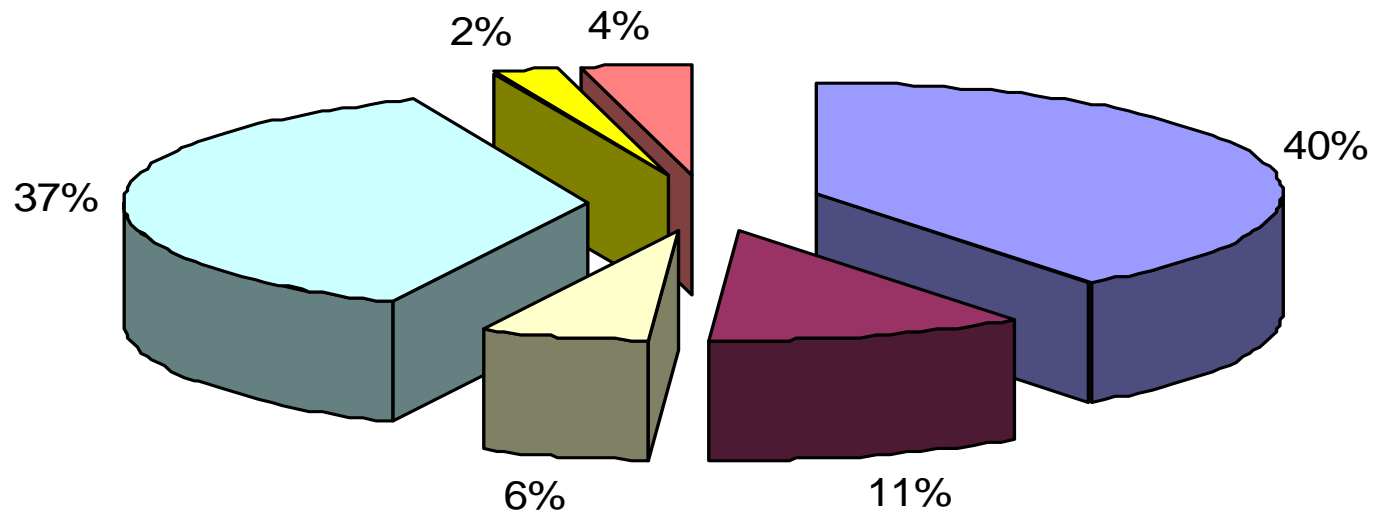
Lagoas \Rightarrow 6 a 45 g/hab. dia

- Sólidos biológicos compostos principalmente de células de bactérias que se alimentam da matéria orgânica proveniente do esgoto
- Durante a formação do lodo sedimentam junto com os sólidos biológicos agentes patogênicos e metais pesados do esgoto

Projeções do Uso e Disposição de Lodo nos EUA em 2000, 2005 e 2010

Ano	Usos Benéficos			Total	Dispos. Superf. Land	Disposição		
	Rec. Agr.	Trat. Avanç.	Outros Usos Benéf.			Incine ração	Outros	Total
1998	41%	12.0%	7.0%	60%	17%	22%	1%	40%
2000	43%	12.5%	7.5%	63%	14%	22%	1%	37%
2005	45%	13.0%	8.0%	66%	13%	20%	1%	34%
2010	48%	13.5%	8.5%	70%	10%	19%	1%	30%

Alternativas de disposição em uso na Europa



Subproduto sólido	Origem	Descrição
Sólidos grosseiros	Grade	Os sólidos removidos no gradeamento incluem todos os sólidos, orgânicos e inorgânicos, com dimensões superiores ao espaço livre entre as grades. O material orgânico varia em função das características do sistema de esgotamento e da época do ano. A remoção pode ser manual ou mecânica.
Areia	Desarenador	A areia usualmente compreende os sólidos inorgânicos mais pesados, que sedimentam com velocidades relativamente elevadas. A areia é removida em unidades denominadas desarenadores, que são decantadores com um baixo tempo de detenção hidráulica, suficiente apenas para a sedimentação da areia. No entanto, dependendo das condições de operação, podem ser removidos também matéria orgânica e óleos e graxas.

Escuma	<ul style="list-style-type: none">• Desarenador• Decantador primário• Decantador secundário• Lagoa de estabilização• Reator anaeróbio	<p>A escuma removida nos decantadores primários consiste de materiais flutuantes raspados da superfície, contendo graxa, óleos vegetais e minerais, gordura animal, sabões, resíduos de comida, cascas de vegetais e frutas, cabelo, papel, algodão, pontas de cigarros e materiais similares. O peso específico da escuma é inferior a 1,0 e geralmente em torno de 0,95</p>
Lodo primário	<ul style="list-style-type: none">• Tanque séptico• Decantador primário	<p>Os sólidos removidos por sedimentação nos decantadores primários constituem o lodo primário. O lodo primário pode exalar um forte odor, principalmente se ficar retido um tempo elevado nos decantadores primários, em condições de elevada temperatura. O lodo primário removido em tanques sépticos permanece um tempo elevado o suficiente para proporcionar sua digestão anaeróbia, em condições controladas (tanques fechados).</p>

<p>Lodo biológico aeróbio (não Estabilizado)</p>	<ul style="list-style-type: none">· Lodos ativados convencional· Reatores aeróbios com biofilmes – alta carga (filtro biológico de alta carga, biofiltros aerados submersos e biodiscos)	<p>O lodo biológico excedente (lodo secundário) compreende a biomassa de microrganismos aeróbios gerada às custas da remoção da matéria orgânica (alimento) dos esgotos. Esta biomassa está em constante crescimento, em virtude da entrada contínua de matéria orgânica nos reatores biológicos. Para manter o sistema em equilíbrio, aproximadamente a mesma massa de sólidos biológicos gerada deve ser removida do sistema.</p>
<p>Lodo biológico aeróbio (estabilizado)</p>	<ul style="list-style-type: none">· Lodos ativados – aeração prolongada· Reatores aeróbios com biofilmes - baixa carga (filtro biológico de baixa carga, biodisco, biofiltro aerado)	<p>Este lodo biológico é também predominantemente constituído por microrganismos aeróbios que crescem e se multiplicam às custas da matéria orgânica dos esgotos brutos. No entanto, nos sistemas de baixa carga, a disponibilidade de alimento é menor, e a biomassa fica retida mais tempo no sistema, predominando assim as condições de respiração endógena. Em decorrência, a biomassa utiliza as próprias reservas de matéria orgânica de composição do protoplasma celular, resultando em um lodo com menor teor de matéria orgânica (lodo digerido) maior teor de sólidos inorgânicos. Este lodo não requer uma etapa de digestão posterior</p>

<p>Lodo biológico anaeróbio (estabilizado)</p>	<ul style="list-style-type: none">· Lagoas de estabilização· Reatores anaeróbios (reatores UASB, filtros anaeróbios)	<p>Nos reatores anaeróbios e no lodo de fundo de lagoas de estabilização predominam condições anaeróbias. A biomassa anaeróbia também cresce e se multiplica às custas de matéria orgânica. Nestes processos de tratamento, usualmente a biomassa fica retida um longo tempo, no qual ocorre a digestão anaeróbia do próprio material celular. Nas lagoas de estabilização, o lodo é constituído ainda de sólidos do esgoto bruto sedimentados, bem como de algas mortas. Este lodo não requer uma etapa de digestão posterior.</p>
<p>Lodo químico</p>	<ul style="list-style-type: none">· Decantador primário com precipitação química· Lodos ativados com precipitação química de fósforo	<p>Este lodo é usualmente resultante da precipitação química com sais metálicos ou com cal. A preocupação com odores é menor que com o lodo primário, embora estes possam ocorrer (somente no caso de uso de cal como coagulante). A taxa de decomposição do lodo químico nos tanques é menor que a do lodo primário.</p>

Tipo de lodo	Relação SV/ST	% sólido secos	Densidade de sólidos	Densidade de lodo	Massa específica (kg/m³)
<i>Lodo primário</i>	0,75 – 0,80	2 – 6	1,14 – 1,18	1,003 – 1,01	1003 – 1010
<i>Lodo secundário anaeróbico</i>	0,55 – 0,60	3 – 6	1,32 – 1,37	1,01 – 1,02	1010 – 1020
<i>Lodo secundário aeróbio(IA.)</i>	0,75 – 0,80	0,6 – 1,0	1,14 – 1,18	1,001	1001
<i>Lodo secundário aeróbio.(prol.)</i>	0,65 - 0,70	0,8 – 1,2	1,22 – 1,27	1,002	1002
<i>Lodo de lagoa de estabilização</i>	0,35 - 0,55	5 – 20	1,37 – 1,64	1,02 – 1,07	1020 – 1070
<i>Lodo primário adensado</i>	0,75 – 0,80	4 – 8	1,14 – 1,18	1,006 – 1,01	1006 – 1010
<i>Lodo secundário adensado(IA.)</i>	0,75 – 0,80	2 – 7	1,14 – 1,18	1,003 – 1,01	1003 – 1010
<i>Lodo secundário adensado.(prol.)</i>	0,65 – 0,70	2 – 6	1,22 – 1,27	1,004 – 1,01	1004 – 1010
<i>Lodo misto adensado</i>	0,75 – 0,80	3 – 8	1,14 – 1,18	1,004 – 1,01	1004 – 1010
<i>Lodo misto digerido</i>	0,60 – 0,65	3 – 6	1,27 – 1,32	1,007 – 1,02	1007 – 1020
<i>Lodo desidratado</i>	0,60 – 0,65	20 - 40	1,27 – 1,32	1,05 – 1,1	1050 – 1100

ADENSAMENTO	Z	ESTABILIZAÇÃO	Z	CONDICIONAMENTO	Z	DESIDRATAÇÃO	Z	HIGIENIZAÇÃO	Z	DISPOSIÇÃO FINAL
<ul style="list-style-type: none"> · Adensamento por gravidade · Flotação · Centrífuga · Filtro prensa de esteiras 		<ul style="list-style-type: none"> · Digestão anaeróbia · Digestão aeróbia · Tratamento térmico · Estabilização química 		<ul style="list-style-type: none"> · Condicionamento químico · Condicionamento térmico 		<ul style="list-style-type: none"> · Leitos de secagem · Lagoas de lodo · Filtro prensa · Centrífuga · Filtro prensa de esteiras · Filtro a vácuo · Secagem térmica 		<ul style="list-style-type: none"> · Adição de cal (caleação) · Tratamento térmico · Compostagem · Oxidação úmida · Outros (radiação gama, solarização etc) 		<ul style="list-style-type: none"> · Reciclagem agrícola · Recuperação de áreas degradadas · Landfarming (disposição no solo) · Uso não agrícola (fabric. lajotas, combustível etc) · Incineração · Oxidação úmida · Aterro sanitário

Contaminantes do Lodo

- Flocos biológicos
- Metais Pesados
- Principais agentes patogênicos
- Micropoluentes orgânicos

		N	P	K	Ca	Mg	S	MO	
Cl	Cu						V	Hg	Cr
Fe	Mo	B		Co			Si	Al	Pb
Mn	Zn			Ni			Cd		

Elemento	Meio										
	Ar	Solo agrícola (mg/kg)		Água superficial	Água de abastecimento	Alimentos (cereais, frutas e vegetais)	Lodo de esgoto (mg/kg)	Fertilizantes (mg/kg)		Esterco (mg/kg) Brasil	
		Europa	Brasil (Pr)					Europa	Fosfado	Nitrogenado	Suínos
Cádmio	0,7-2 ng/m ³	0,01-2,4	2,8-3,2	0,1-10µg/l	0,1-0,2 µg/l	Até 25 µg/kg	1-3410	0,1 - 170	0,05 - 8,5	0,58	0,33
Chumbo	0,10-0,74 µg/ m ³	2-300	14-94	-	-	73µg/kg	29 - 3600	7-225	2 - 27	19,6	5,9
Mercúrio	2-10 ng/m ³	-	-	<0,5 µg/l	25 ng/l	2-20 µg/kg	0,1 - 55	0,01 - 1,2	0,3 - 2,9	-	-
Níquel	0,5 µg/m ³	2 -1000	8-98	0,10 mg/l	<20 µg/l	0-10 mg/kg	6-5300	7-38	7-34	4,0	2,6
Zinco	100-500 ng/m ³	10-300	5-194	<10µg/l	<20µg/l	<5 mg/kg	91-49000	50-1450	1-42	1670	151
Cobre	25 ng/m ³	2-250	10-466	Poucos µg/l	<20 µg/l	>10mg/kg	50-8.000	1-300	-	230,0	72,8
Cromo	2-5 ng/m ³	5-1500	4-145	1,0-10 µg/l	<5 µg/l	10-1300 µg/kg	8-40.600	66-245	3,2 - 19	19,3	15,9
Arsênio	-	1,8	-	1,0-50 µg/l	-	-	-	-	-	-	-
Boro	0,17µg/m ³	-	-	0,1 mg/l	0-0,74 mg/l	1-50 µg/g	-	-	-	-	-

Remoção de metais em relação ao tipo de processo biológico de tratamento de efluentes.

Poluente	Processo de tratamento	% remoção	Concentração afluente (µg/l)	Concentração efluente (µg/l)
Arsênio	Lodo ativado	20-98	-	a.l.d – 160
	Lagoa aerada	99	-	nd - 20
Cádmio	Primário	7	-	-
	Filtro biológico	28	25 +/- 23	18 +/- 14
	Lodo ativado	24	25 +/- 23	19 +/- 17
	Lagoa aerada	-	25 +/- 23	-
	Lagoa facultativa	32	25 +/- 23	17 +/- 9
	Lodo ativado	0 – 99	-	a.l.d – 13
Chumbo	Lagoa aerada	97	-	2
	Primário	20	-	-
	Filtro biológico (M)	48	165 +/- 168	86 +/- 79
	Lodo ativado (M)	6,5	165 +/- 168	58 +/- 75
	Lagoa aerada (M)	58	165 +/- 168	70 +/- 76
	Lagoa facultativa (M)	50	165 +/- 168	82 +/- 110
	Lodo ativado	10 – 99	-	Nd – 120
	Lagoa aerada	80 – 99	-	Nd – 80
Cobre	Primário	18	-	-
	Filtro biológico (M)	60	345 +/- 119	137 +/- 77
	Lodo ativado (M)	82	345 +/- 119	61 +/- 40
	Lagoa aerada (M)	74	345 +/- 119	89 +/- 61
	Lagoa facultativa (M)	79	345 +/- 119	71 +/- 46
	Lodo ativado	2 – 99	-	a.l.d – 170
	Lagoa aerada	26 - 94	-	7 – 110

Poluente	Processo de tratamento	% remoção	Concentração afluente (µg/l)	Concentração efluente (µg/l)
Cromo	Primário	16	-	-
	Filtro biológico (M)	52	221 +/- 88	107 +/- 130
	Lodo ativado (M)	82	221 +/- 88	40 +/- 18
	Lagoa aerada (M)	71	221 +/- 88	65 +/- 106
	Lagoa facultativa (M)	79	221 +/- 88	46 +/- 34
	Lodo ativado	5 – 98	-	a.l.d – 2000
Mercúrio	Primário	22	-	-
	Lodo ativado	33-94	-	Nd – 0,9
	Lagoa aerada	99	-	0,1 – 1,6
Níquel	Primário	6	-	-
	Filtro biológico (M)	30	141 +/- 93	98 +/- 68
	Lodo ativado (M)	43	141 +/- 93	61 +/- 45
	Lagoa aerada (M)	35	141 +/- 93	91 +/- 50
	Lagoa facultativa (M)	43	141 +/- 93	81 +/- 59
	Lodo ativado	0-99	-	Nd – 400
	Lagoa aerada	0-50	-	5 - 40
Selênio	Lagoa aerada	50 - 99	-	Nd - 200
Zinco	Primário	26	-	-
	Lodo ativado	0 – 92	-	a.l.d. – 38000
	Lagoa aerada	34 - 99	-	49 - 510

Patógenos

- Relacionado a efluente sanitário, diretamente associado ao perfil sanitário da população.
- Controlado por processos de higienização: calagem, compostagem e processos térmicos.
- Principais Agentes: Helminto, Protozoários, Fungos, Vírus e Bactérias

Tempo de sobrevivência de microrganismos patogênicos no solo

Agentes patogênicos	Tipos de solo	Tempo de sobrevivência médio	Tempo de sobrevivência máximo
Vírus Enterovírus	Diferentes tipos	12 dias	100 dias
Bactérias Coliformes fecais Salmonellasp.	Superfície	40 dias	90 dias
	Solo arenoso	30 dias	60 dias
	Solo (camada profunda)	70 dias	90 dias
Vibrio cholerae		5 d	30 dias
Protozoários Amebas		10 –15 dias	30 dias
Nematodas Ascarissp.	Solo irrigado	Vários meses	2 a 3 anos
Toxocarasp.	Solo	Vários meses	7 a 14 anos
Taeniasp.	Solo	Vários meses	8 meses
		15 a 30 dias (verão seco)	3 a 15 meses (inverno)

MICROPOLUENTES ORGÂNICOS

Produto	Dinamarca	Suécia	Alemanha
Tolueno (mg/kg)		5	
Alquilbenzenosulfonatos lineares (mg/kg)	2600 (1300)		
∑ hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH) (mg/kg)	6 (3)	3 (soma de 6 PAHs especificados)	
Nonilfenol (mono e dietoxilados) (mg/kg)	50 (10)	50	
Di (2-etihexil) ftalato (mg/kg)	100 (50)		
Haletos orgânicos adsorvidos (mg/kg)			500
Bifenila policlorada –PCB (mg/kg)		0,4 (soma de 7 PCBs especificados)	0,2 (para cada 1 dos 6 PCBs especificados)
Dibenzo-p-dioxina policloradas e dibenzofuranos policlorados (ng/kgTEQ)			100

TEQ – toxicidade equivalente em 2,3,7,8- tetraclorodibenzo(p)dioxina

Estabilização

Redução de Voláteis / Geração de Odor Tecnologias Usuais

Estabilização biológica

Digestão anaeróbia

Estabilização química

Digestão aeróbia

Estabilização térmica

Adição de produtos químicos

Adição de calor

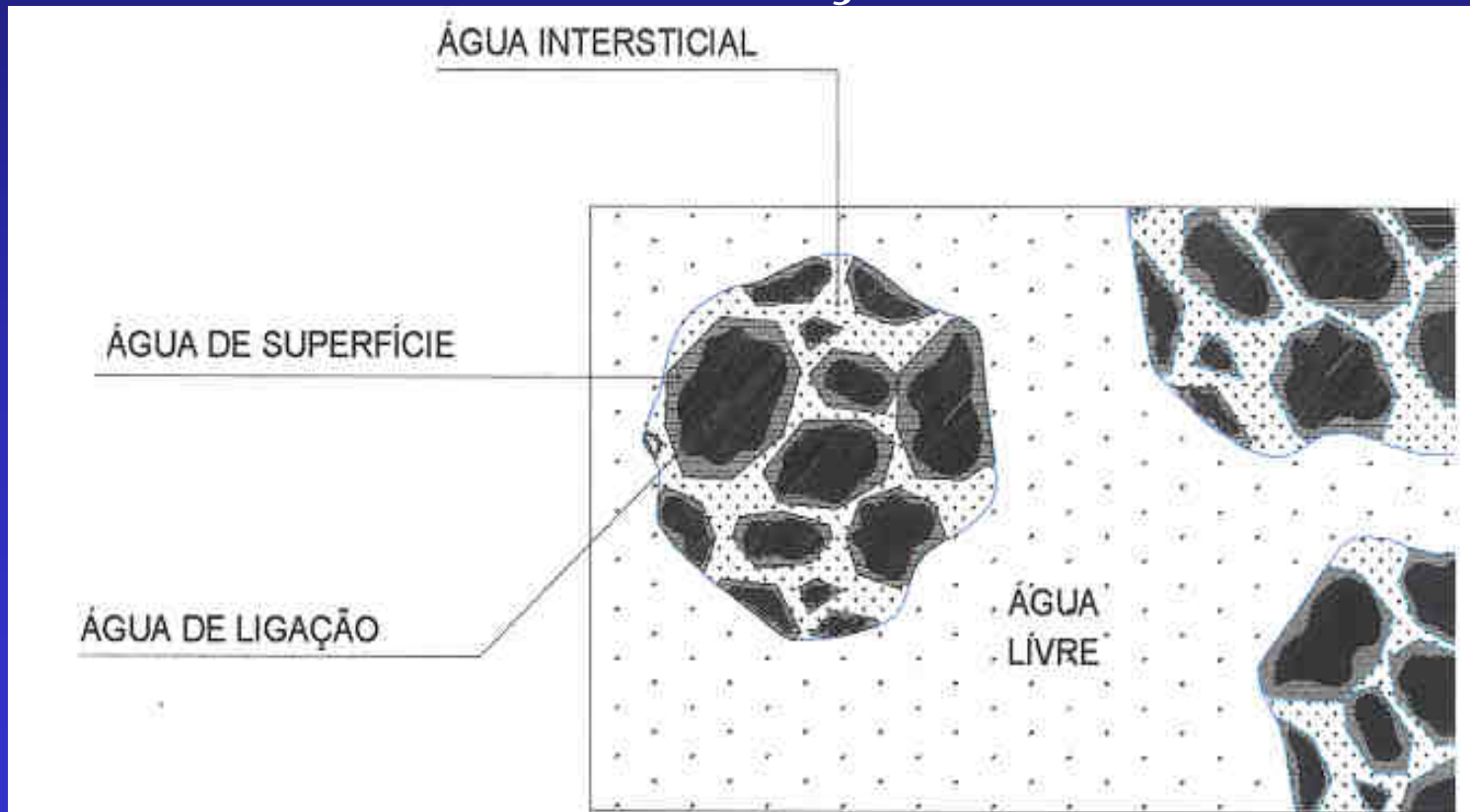
Remoção de Umidade

Importância

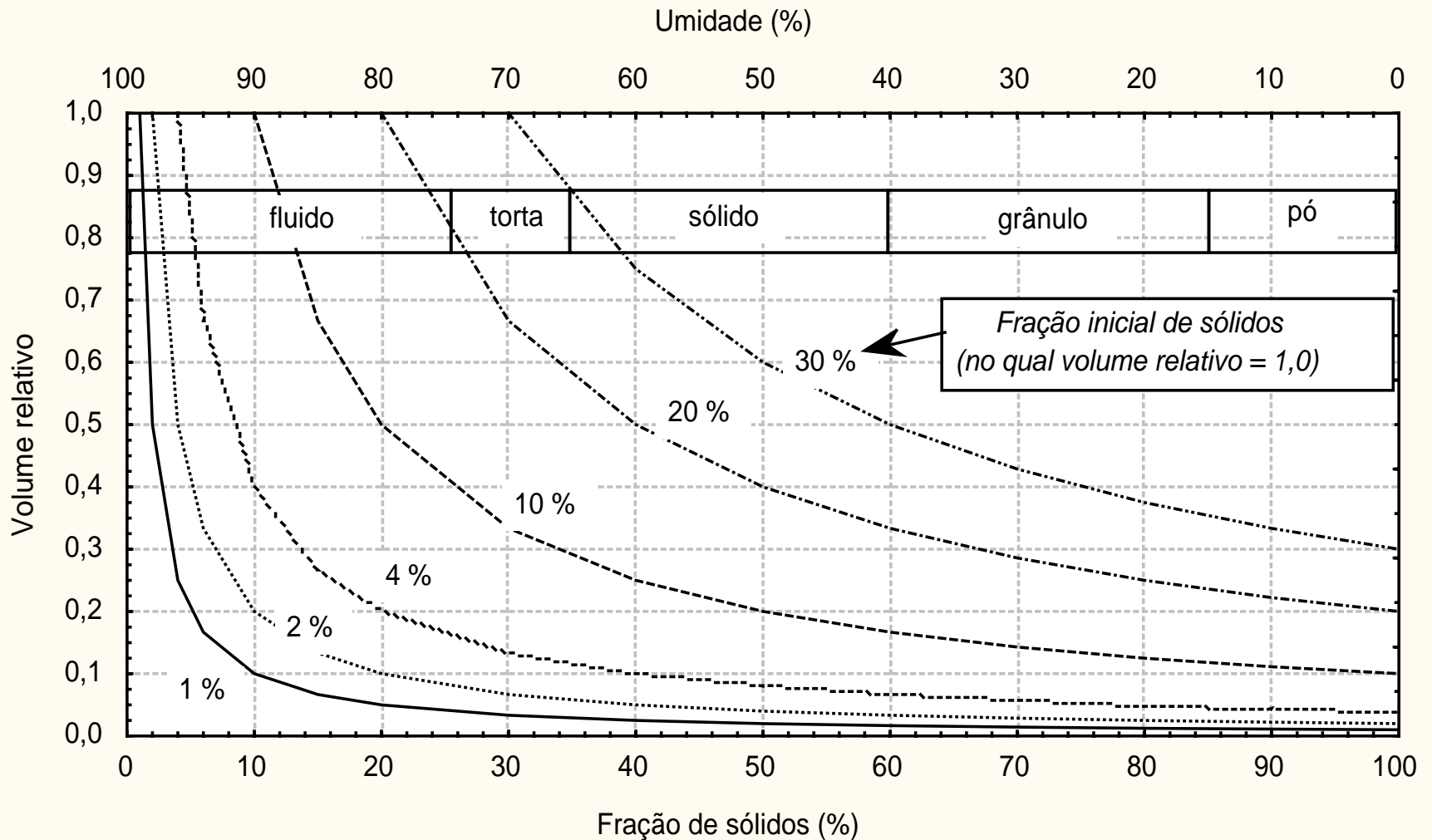
- redução do custo de transporte para o local de disposição final;
- melhoria nas condições de manejo do lodo, já que o lodo desaguado é mais facilmente transportado;
- aumento do poder calorífico do lodo, através da redução da umidade com vistas à preparação para incineração;
- redução do volume para disposição em aterro sanitário ou reuso na agricultura;
- diminuição da produção de lixiviados quando da sua disposição em aterros sanitários.

Etapas da Remoção da Umidade

- Adensamento e Desidratação



VARIAÇÃO DO VOLUME DE LODO EM FUNÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS



Quantidade de lodo e número de viagens para aplicação de 6 t (m.s.) em relação a umidade

Tipo de biossólidos	Teor de umidade (médio)	Quantidade de biossólido úmido (toneladas)	Número de caminhões Caçamba (12 t)
Lodo bruto	98%	300,00	25,00
Lodo adensado	92%	75,00	6,25
Prensa desaguadora	85%	40,00	3,30
Centrífuga	70%	20,00	1,67
Filtro prensa	60%	15,00	1,25
Secagem térmica	10%	6,67	0,56

Principais características dos processos de desaguamento de lodos

Características	Processos naturais		Processos mecanizados			
	Leitos de secagem *	Lagoas de lodos	Centrífuga	Filtros a vácuo	Prensas desaguadoras	Filtros prensa
Demanda de área	+++	+++	+	++	+	+
Demanda de energia	-	-	++	+++	++	+++
Custo de implantação	+	+	+++	++	++	++
Complexidade operacional	+	+	++	++	++	+++
Demanda de manutenção	+	+	++	++	+++	+++
Complexidade de instalação	+	+	++	++	++	++
Influência do clima	+++	+++	+	+	+	+
Sensibilidade à qualidade do lodo	+	+	+++	++	++	++
Produtos químicos	+	-	+++	+++	+++	+++
Complexidade de remoção do lodo	++	+++	+	+	+	+
Teor de ST na torta	+++	++	++	+	++	+++
Odores e vetores	++	+++	+	+	+	+
Ruídos e vibrações	-	-	+++	++	++	++
Contaminação do lençol freático	++	+++	+	+	+	+

+ pouco, reduzido; +++ grande, elevado, muito

* ciclo de desaguamento de 30 dias

Higienização do Lodo

- **Lodo Concentra Agentes patogênicos**
- **Qualidade Biológica / Restrições de Uso**

Higienização do Lodo

Objetivos

- Redução do número de microrganismos patogênicos no lodo através de tratamento, estabilização ou higienização;
- Redução do transporte de microrganismos patogênicos por vetores (insetos, roedores, pássaros ...), reduzindo a sua atratividade;
- Limitação do contato das pessoas com o lodo através de restrição de acesso a áreas onde foram aplicados, pelo tempo necessário à sua inativação natural

Limites de concentração de microrganismos patogênicos

Microrganismo	EUA (40 CFR 503)	África do Sul (WRC 1997)	Com.Européia (86/287/EEC)		Comunidade Européia (Nova Proposta)
			França	U.K	
Coliformes fecais	< 1000 cfu/g ST	< 1000 UFC/ 10g ST	n.d.	Define apenas processos de tratamento do lodo e restrições temporais para plantação, colheita e pastagem	Redução de 6 unidades logarítmicas
Salmonella	< 3 NMP/ 4g ST	0 NMP/ 10g ST	< 8 NMP/ 10g ST		0 NMP/ 50g ST (massa úmida)
Enterovírus	< 1 NMP/ 4g ST	n.d.	< 3 NMP/ 10g ST		n.d.
Ovos viáveis de helminthos	< 1 ovo viável/ 4g ST	10 ovos viáveis 10g ST	< 3 ovos viáveis 10 g ST		n.d.

(1) Os critérios estão expressos em base seca, salvo quando explicitados

Mecanismos de Higienização

- Térmicos
- Químicos
- Biológicos
- Radioativos

Compostagem

Necessidade de agente estruturante

Co-disposição com outros resíduos

Valorização

Parâmetros:

Relação C:N inicial entre 26 e 31

final entre 10 e 20

Estrutura Física: 1 a 4 cm 30 a 35 % de porosidade

Umidade: entre 50 e 60 %

Aeração: 12 a 30 m³ / h por kg de mistura seca

(2 /Kg de O₂ por Kg de Sól. Voláteis)

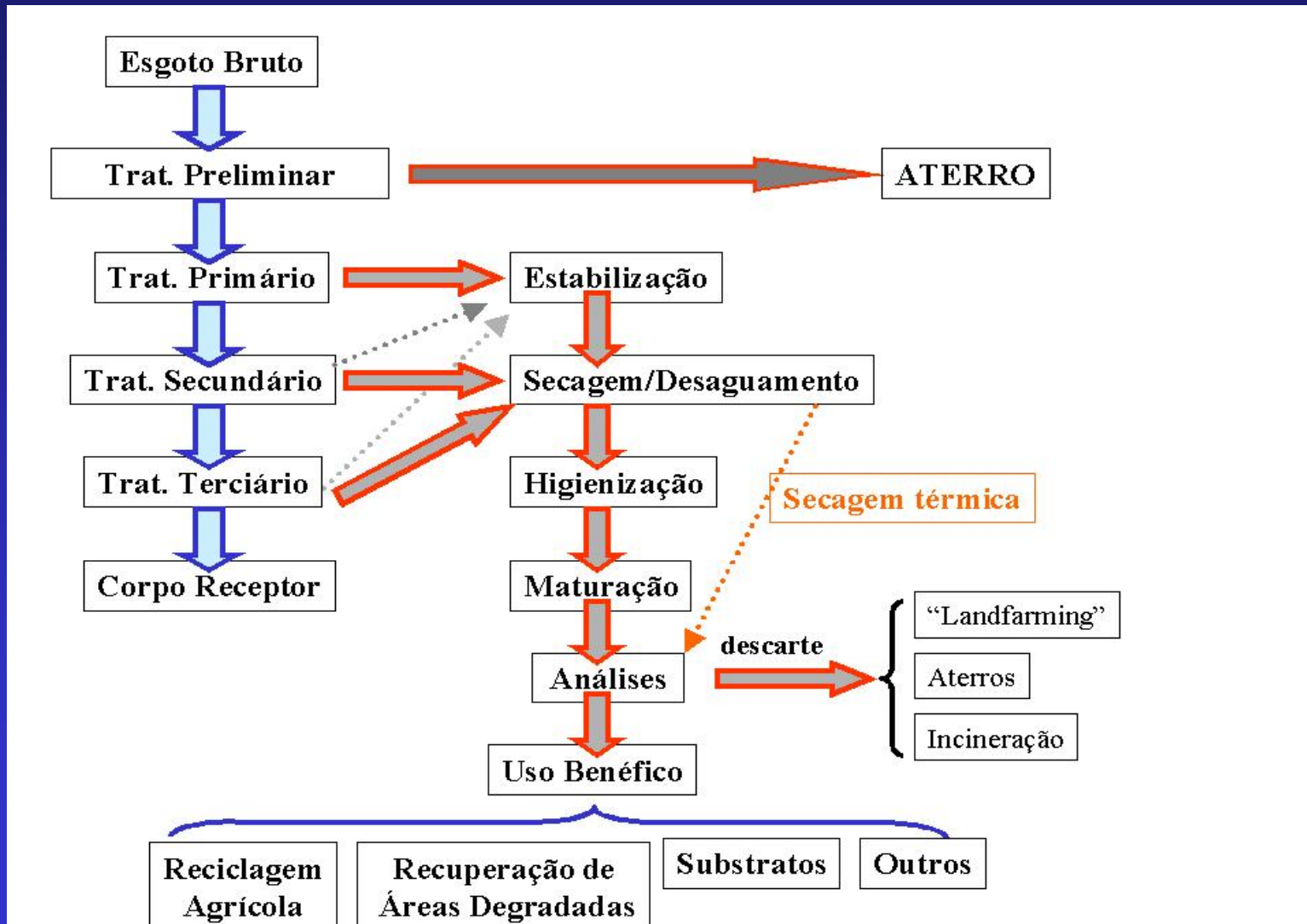
Temperatura: inicial (3 dias): 40 a 60 ° C

fase termófila: 55 a 65 ° C

Caleação

- Mistura de Cal Virgem ou Cal Hidratada
- Agrega Valor ao Lodo (Poder Corretivo)
- pH acima de 12
- Temperatura
- Amônia

Fluxo de processamento de lodo para sua destinação final



Recomendação Agronômica

- Taxa de aplicação visa atender a demanda de nutrientes (N) das Culturas
- Poder de Correção do solo do lodo
- Acúmulo de Metais Pesados no solo

Plano de Reciclagem Agrícola de Lodo

- Disposição final não significa se livrar do resíduo
- Garantia de qualidade agronômica, sanitária e ambiental
- Garantia de rentabilidade ao agricultor
- Manutenção de banco de dados/rastreabilidade

Avaliação Preliminar do Lodo

(Metais, Sanidade, Estabilidade, Agrônômico)

Planejamento Preliminar

Levantamento de Informações

Legislação
(federal, estadual, municipal)
Manuais e Livros Técnicos
Consultores

Avaliação da Produção

Forma de produção
Estrutura disponível
Estrutura necessária

Qualidade do Biossólido

Área de Aplicação

Viabilidade de uso: solo e culturas
Disponibilidade de áreas
Acesso

Organização da Distribuição

Assistência Técnica
Planejamento da Distribuição
Estratégia de Transporte
Definição de Usuários
Licenciamento Ambiental
Monitoramento
Aceitabilidade Pública
Definição das zonas preferenciais para aplicação

Operação de Distribuição

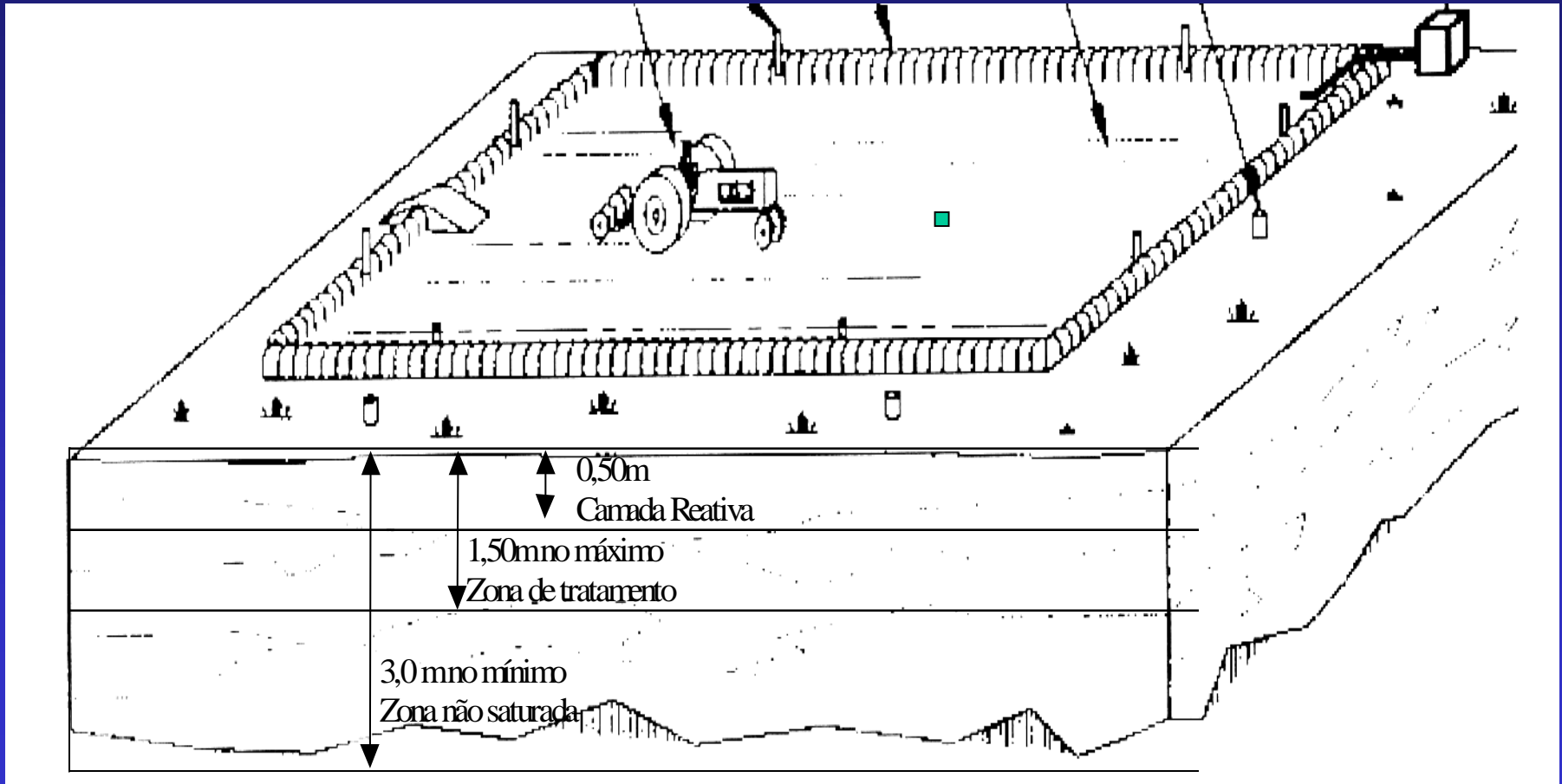
Desenvolvimento de banco de dados
Definição das operações de carregamento, distribuição e incorporação
Estruturação da ETE

Implementação

Alternativas de Disposição Final

- Landfarming
- Incineração
- Aterros

landfarming



Efeitos no solo

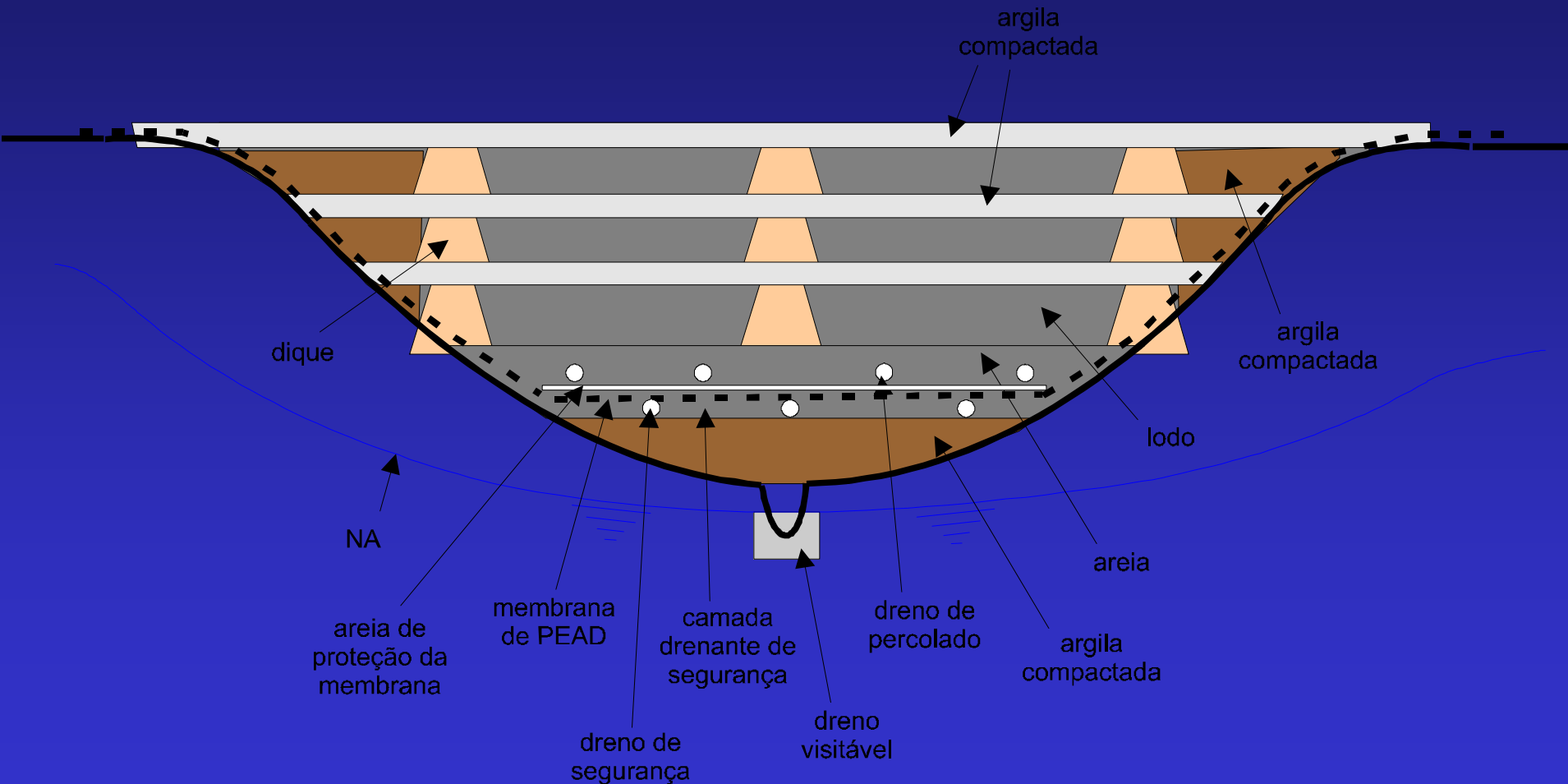
Incineração

- Volume de cinzas < 4 % do volume do lodo
- Populações acima de 500.000 habitantes
- Poluição atmosférica
- Concentração de Sólidos acima de 35 %
(processo autógeno)
- 20 a 30 % M.S. combustível auxiliar

Aterro Sanitário

- Exclusivo: somente bio sólidos
- Co-disposição: com outros resíduos urbanos
- NBR 10.004:
 - Lodo = Resíduo Classe II

ATERRO DE LODO



Variação de volume requerido no aterro (fator de demanda) em relação ao teor de sólidos do lodo

Teor de sólidos no lodo	Fator de demanda volumétrica de aterro por tonelada de matéria seca (m ³ /t seca)
15	6,93
20	5,43
25	4,30
40	2,75
90	1,1
Cinzas	0,32



AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E MONITORAMENTO DA DISPOSIÇÃO FINAL DO LODO

Impactos ambientais relacionados às diferentes alternativas de disposição de lodo de esgoto

Alternativa de disposição de lodo de esgoto	Potenciais impactos ambientais negativos
Descarga oceânica	<ul style="list-style-type: none">• Poluição da água e do sedimento• Alteração de comunidades da fauna marinha• Transmissão de doenças• Contaminação de elementos da cadeia alimentar
Incineração	<ul style="list-style-type: none">• Poluição do ar• Impactos associados com o local de disposição das cinzas
Aterro sanitário <ul style="list-style-type: none">• Exclusivo• Co-disposição	<ul style="list-style-type: none">• Poluição das águas superficial e subterrânea• Poluição do ar• Poluição do solo• Transmissão de doenças• Impactos estéticos e sociais
“Landfarming” – disposição superficial no solo	<ul style="list-style-type: none">• Poluição das águas superficial e subterrânea• Poluição do solo• Poluição do ar• Transmissão de doenças
Recuperação de área degradada	<ul style="list-style-type: none">• Poluição das águas superficial e subterrânea• Poluição do solo• Odor• Contaminação de elementos da cadeia alimentar• Transmissão de doenças
Reciclagem agrícola	<ul style="list-style-type: none">• Poluição das águas superficial e subterrânea• Poluição do solo• Contaminação de elementos da cadeia alimentar• Transmissão de doenças• Impactos estéticos e sociais

Plano de monitoramento

- **Objetivo**
- **Revisão de Dados**
- **Impactos**
- **Indicadores**
- **Níveis Críticos**
- **Metodologia analítica**
- **Locais de Amostragem**
- **Frequência de Amostragem**
- **Locais de Amostragem**
- **Frequência de Amostragem**
- **Tabulação e Análise de Dados**
- **Elaboração de Relatórios**
- **Divulgação**

CONCLUSÃO

- Não adianta tratar o efluente sem uma alternativa adequada de disposição
- Os lodos são diferentes e demandam forma de processamento específica;
- A disposição do lodo deve influenciar a concepção do sistema de tratamento;
- A remoção da umidade é uma operação que traz grande influência no custo da gestão do lodo;

CONCLUSÃO

- O uso agrícola é geralmente a alternativa mais barata que apresenta maior adequação ambiental;
- Uso agrícola não significa se livrar do resíduo, mas exige:
 - Qualidade adequada do lodo
 - Segurança ambiental, sanitária e agronômica
 - Economicidade e respeito aos hábitos culturais (produtor e consumidor)
 - Requer assistência técnica e monitoramento