



**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Zootecnia
Suinocultura**



MANEJO DE RESÍDUOS DA SUINOCULTURA

Urbano dos Santos Ruiz

usruiz@usp.br

1) Introdução

- **Desenvolvimento da suinocultura (Roppa, 2006)**
 - **↓ custos de produção**
 - **Área para expansão**
 - **Emprego de novas tecnologias a campo**
- **↑ escala de produção**
- **Intensificação e regionalização dos sistemas de produção agropecuários**
 - **↑ produção de resíduos**
 - **Potenciais impactos ambientais**

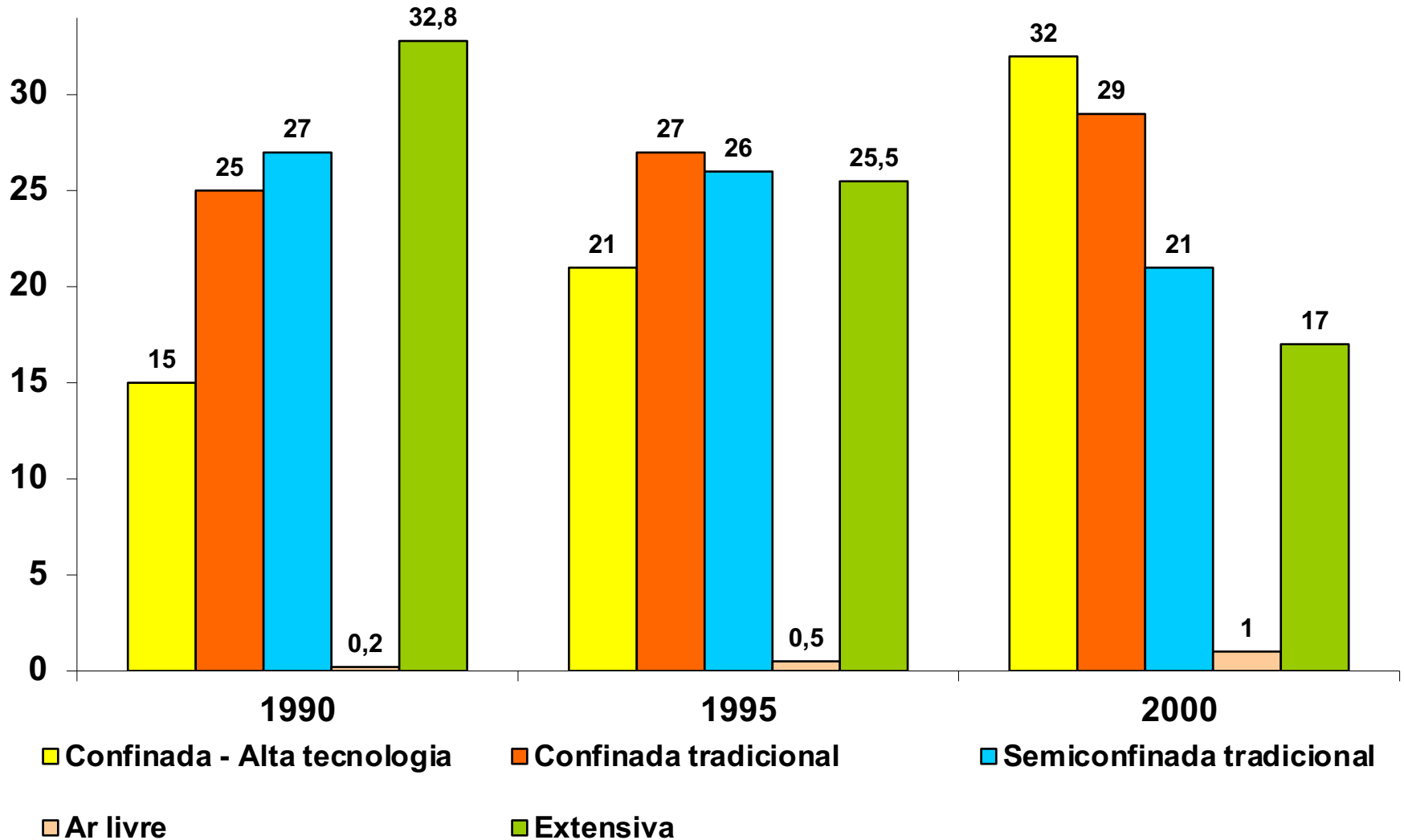
Tabela 1. Escala dos estabelecimentos suinícolas no Brasil em 1995 e 2005.

Ano	1995	2005	Variação
Quantidade de Estabelecimentos*	66.952	30.079	- 55%
Produção de carne suína SIF (mil ton)	1.060	1.789	69%
Produção por estabelecimento (kg)	15.828	59.463	276%
Tamanho médio dos lotes (cabeças)	66	248	276%

Fonte: IBGE – Miele e Waquil (2006).

* Apenas os estabelecimentos que têm a suinocultura como atividade principal.

Participação (%) dos diferentes tipos de exploração comercial de suínos no Brasil em 1990, 1995 e 2000

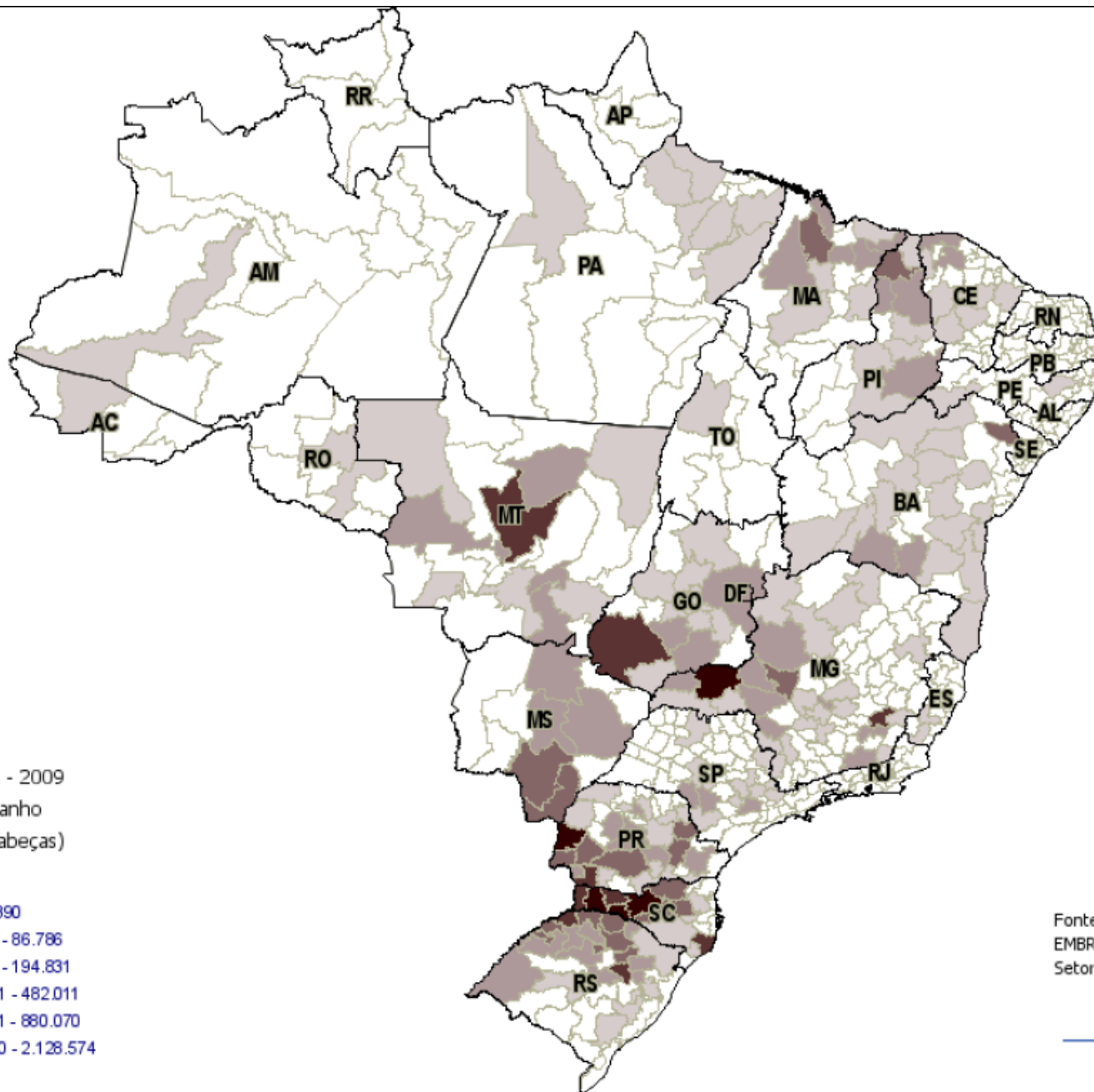


Fonte: Sesti e Sobestiansky (1998)

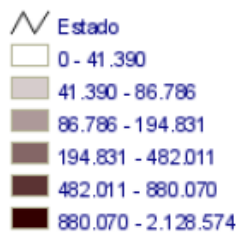
Tabela 2. Produção Brasileira de carne suína – 2011 a 2017(e).

Tipo	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Cabeças (milhões)							
Industrial	36,5	37,6	36,5	37,4	39,0	40,7	38,6
Subsistência	3,8	3,7	3,3	2,6	2,4	2,1	2,1
Total	40,3	41,3	39,7	40,0	41,3	42,8	40,6
Toneladas (milhões)							
Industrial	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,6	3,4
Subsistência	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Total	3,4	3,5	3,4	3,5	3,6	3,8	3,6

Fonte: ABPA (2016)

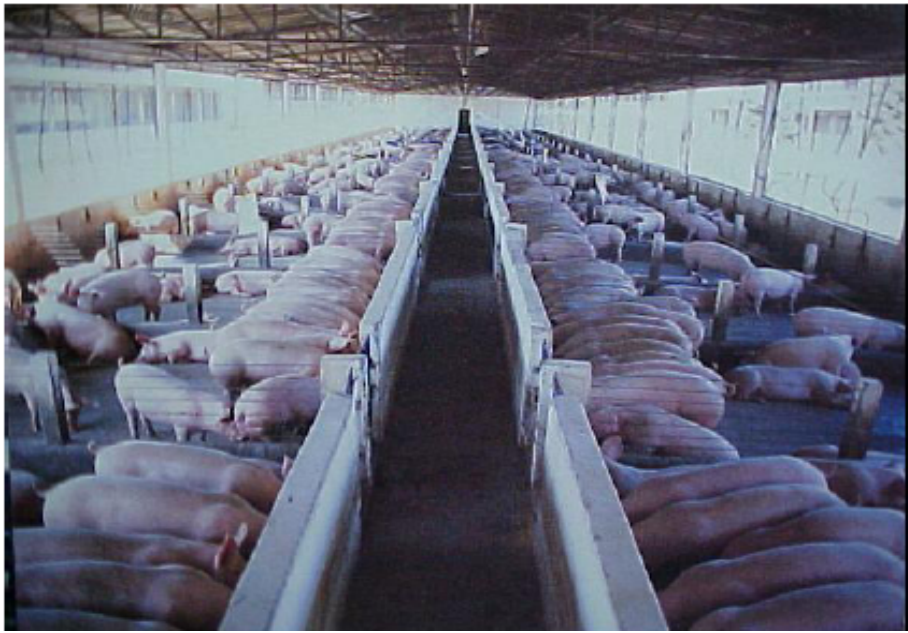


Suínos - 2009
Rebanho
(em Cabeças)

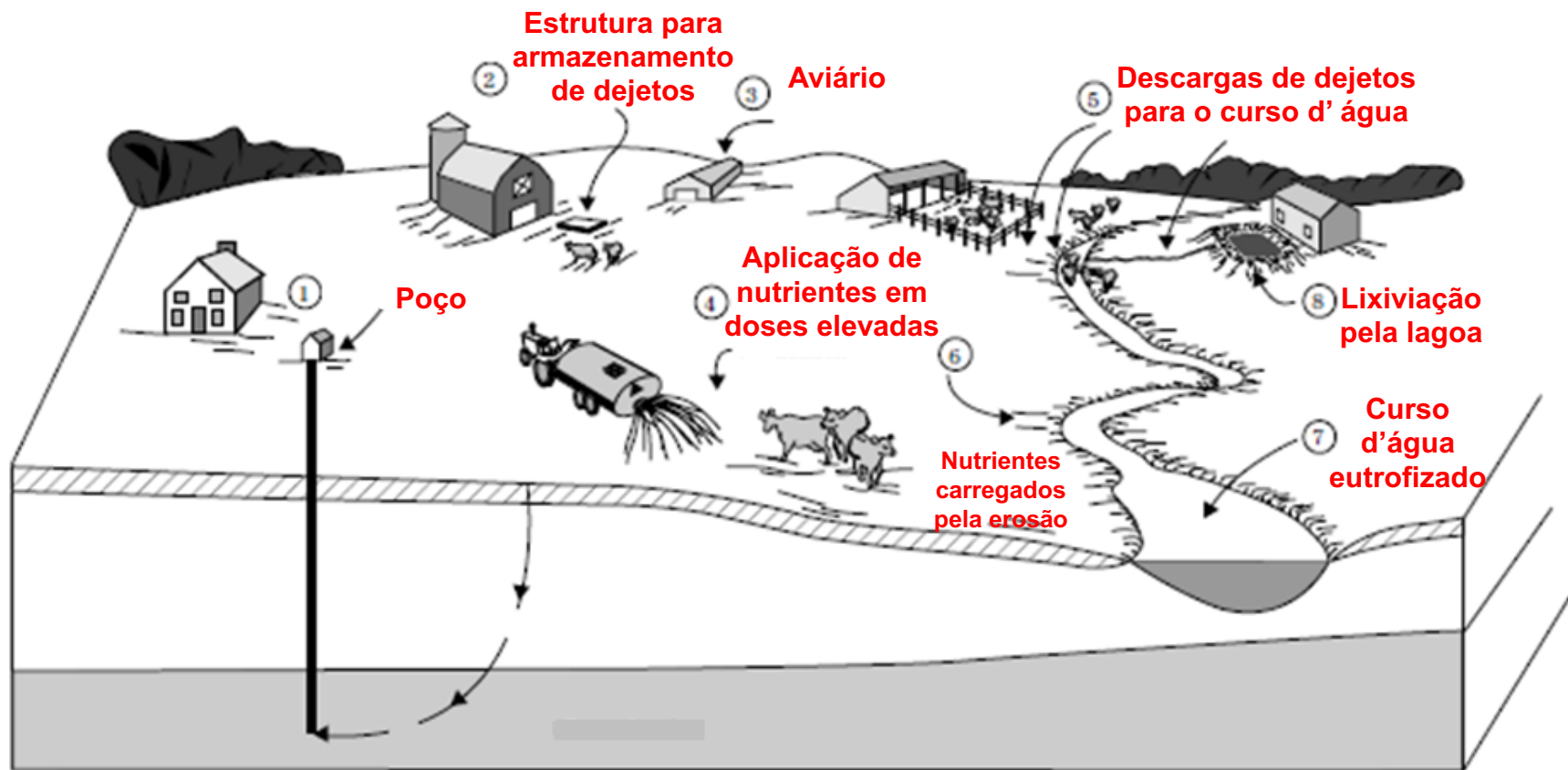


Fonte: IBGE
EMBRAPA SUINOS E AVES
Setor de Sócio-Economia

2) Impactos ambientais







Ar

- Disseminação de microrganismos patogênicos e parasitas
- Gases nocivos ao homem e aos animais
- Maus odores, atração de vetores
- Gases de efeito estufa (NO₂, CH₄)

Solo

- Lixiviação NO₃ (metahemoglobinemia)
- Metais pesados (Cu e Zn)
- Desbalanço e excesso de nutrientes

Água

- NH₃ – tóxico para organismos aquáticos
- P – eutrofização
- MO: ↑ microrganismos, consumo de O₂ dissolvido
- Alterações na cor e sabor da água
- ↑ teor de partículas em suspensão
- Disseminação de microrganismos patogênicos

Tabela 2 - Estimativas de emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil em 1994 (Embrapa, 1998, 1999a, 1999b, 1999c citados por Lima et al., 2001)

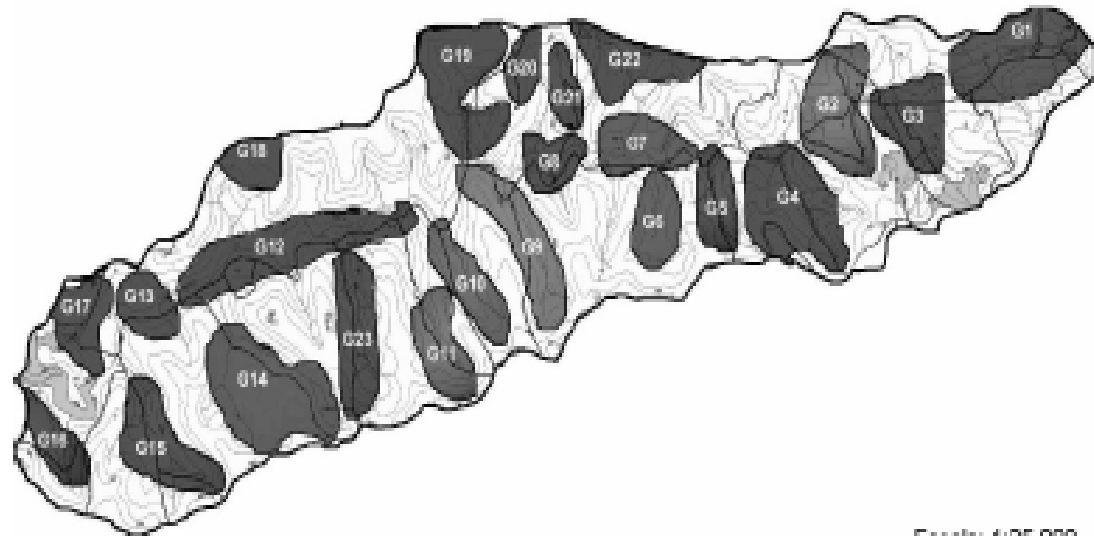
Fonte	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x
	Valores em teragramas (Tg)			
Arroz irrigado	0,28	-	-	-
Queima de resíduos agrícolas				
Cana de açúcar	0,13	2,73	0,0064	0,23
Algodão	0,003	0,06	0,0002	0,01
Subtotal	0,133	2,79	0,0066	0,24
Pecuária				
Fermentação entérica	9,38	-	-	-
Manejo de dejetos animais	0,39	-	0,0065	-
Subtotal	9,77	-	0,0065	-
Solos agrícolas	-	-	0,32	
Total	10,183	2,79	0,33	

2) Impactos ambientais

- **Na Europa, medidas para restringir a densidade populacional de animais, de acordo com a área disponível para distribuir os dejetos como fertilizante sem causar danos ao ambiente, até o limite de 170 kg de nitrogênio por hectare por ano, contidos nestes dejetos (WILLIAMS, 1995)**
- **Canadá: visão negativa dos consumidores sobre produção de suínos e custos para atendimento da legislação ambiental (de Lange et al.,1999)**
- **Brasil: valores médios de nitratos, fosfatos e coliformes fecais encontrados na sub-bacia hidrográfica “Lajeado – Fragosos (oeste catarinense) estavam 69, 4020 e 1400%, respectivamente, acima dos padrões exigidos pelo Conama para boa qualidade de água (Miranda et al. ,2004)**

2) Impactos ambientais

- Sub – bacia Lajeado Fragosos
 - Oeste catarinense
 - Dois distritos
 - 64 km²



Escala: 1:25.000.

Tabela 3. Estrutura fundiária da sub-bacia Lajeado Fragosos - 1999.

Faixas de área (ha)	Número de propriedades	Percentual
0 – 10	49	24,9
10,1 – 20	66	33,5
20,1 – 50	64	32,5
50,1 – 100	12	6,1
+ de 100	6	3,0
Total	197	100,0

Tabela 5. Situação da atividade pecuária na sub-bacia Lajeado Fragosos - 1999.

Espécies	Nº produtores	Rebanho efetivo (nº cabeças)	Média	Densidade por ha
Suínos	119	40539	337,8	6,8
Bovinos	184	4467	24,3	0,73
Aves	60	730080	12168,0	118,60

Tabela 4. Ocupação do solo na sub-bacia Lajeado Fragosos - 1999.

Culturas	Área (ha)	Percentual
Lavoura temporária	1314,47	26,1
Pastagem perene	1874,92	37,3
Reflorestamento	484,45	9,6
Mata	681,32	13,5
Capoeira	679,27	13,5
Área Total	5034,43	100,0

Tabela 6. Estimativa da produção de dejetos por categoria de produtor na sub-bacia Lajeado Fragosos - 1999.

Categoria	Nº produtores	Produção de dejetos (m³ / dia)	Produção de dejetos (m³ / ano)
Ciclo completo	32	96	34812
UPL	34	186	66980
Terminador	53	115	41518
Total	119	395	143310

Tabela 7. Parâmetros de qualidade da água do Lajeado Fragosos e limites do Conama.

Indicadores	Média	Valor mínimo	Valor máximo	Conama Classe 2
pH	6,89	5,5	7,8	6-9
Oxigênio dissolvido (mg/L O ₂)	7,37	4,37	13,0	5
DBO ₅ (mg/L)	3,8	0,5	20,0	5
DQO (mg/L)	11,02	1,0	37,0	-
Nitrato (mg/L)	16,9	0,4	108	10
Fosfatos total (mg/L)	1,03	0,10	7	0,025
Turbidez (UNT)	16,3	1,2	204	100
Coliformes fecais (NMP/100mL)	15000	1900	187300	1000

Miranda et al., 2004.

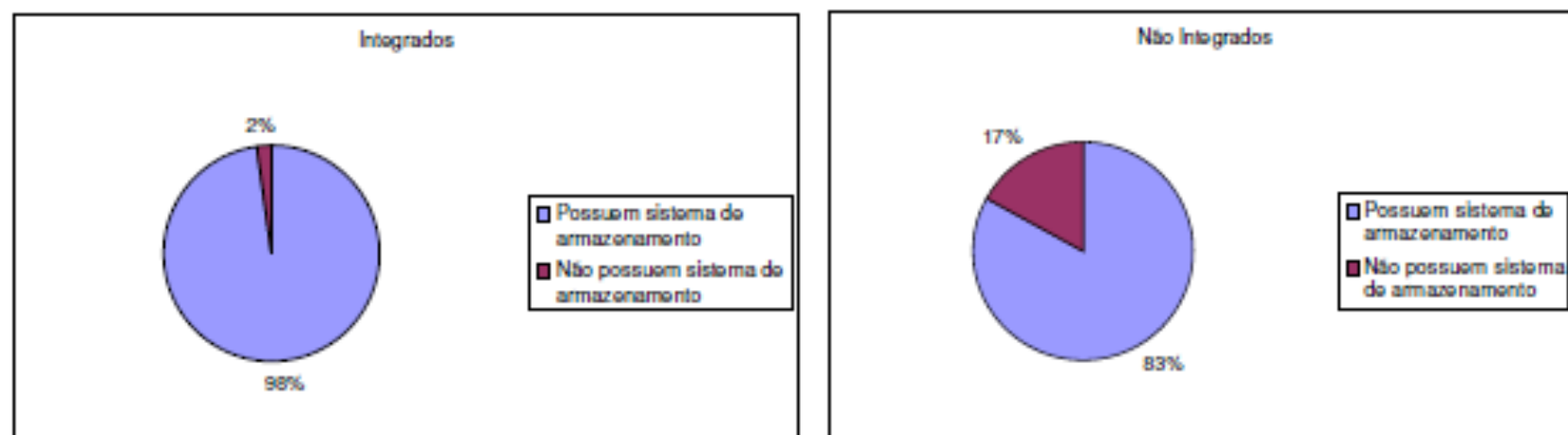
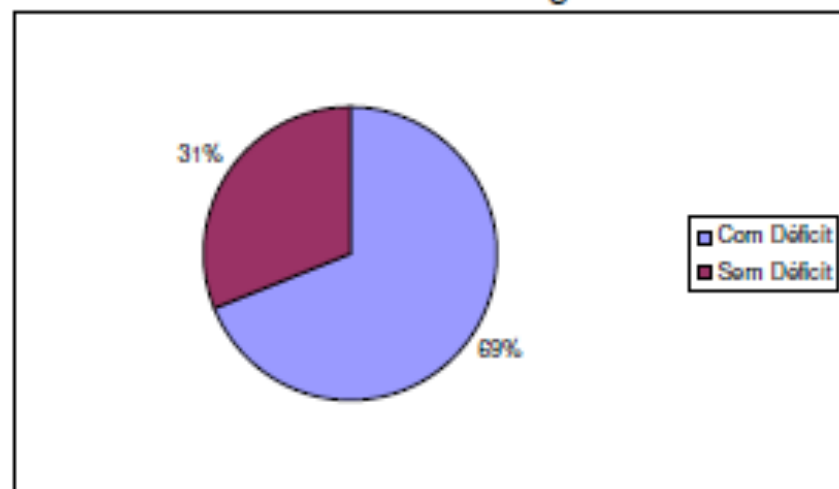
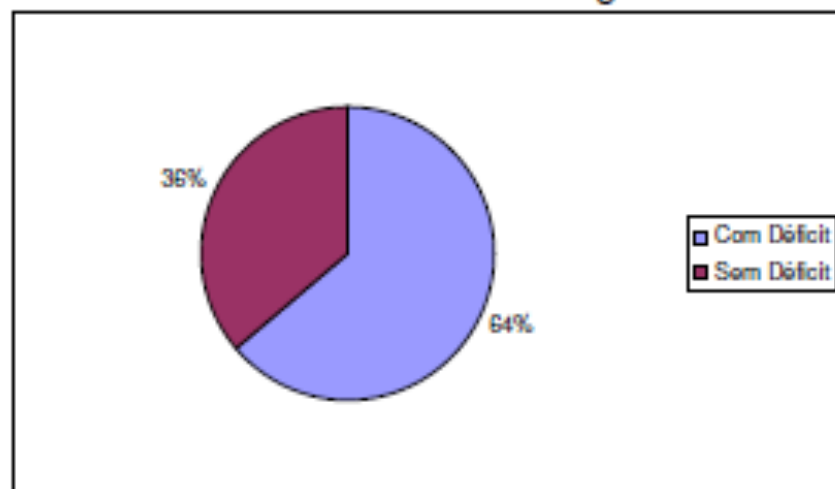


Fig. 2. Caracterização da presença ou ausência de sistema de armazenamento de dejetos suínos nos dezenove municípios abrangidos pelo Estudo, conforme o vínculo do produtor. Valores dentro do gráfico representam o número de propriedades.

a) Produtores integrados



b) Produtores não integrados



Média Geral: 67,6% de propriedades com déficit de armazenagem

Fig. 3. Percentual de propriedades suinícolas com e sem déficit de armazenagem de dejetos, conforme o vínculo do produtor na cadeia suinícola: a) produtores integrados e b) produtores não integrados.

O percentual de propriedades suinícolas que não atendem à atual legislação devido ao não cumprimento de distâncias mínimas entre a pocilga e divisa de propriedade, residências, açudes, estradas, rios e córregos e fontes de água é maior que 2/3. O percentual de produtores integrados que não atendem ao item distâncias mínimas é ligeiramente maior (67,6%) do que entre os produtores não integrados (64,4%) (Fig. 4).

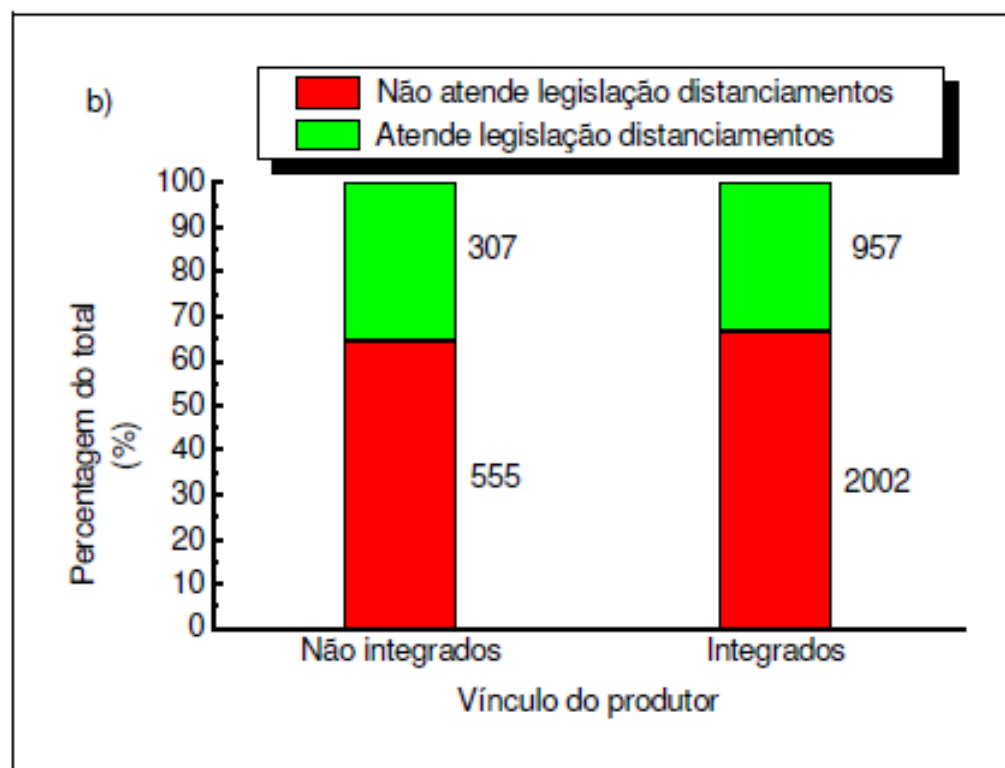


Fig. 4. Percentual de propriedades suinícolas que atendem, ou que não atendem à atual legislação, referente à distâncias mínimas das instalações, de acordo com o vínculo do produtor. Valores no interior do gráfico referem-se ao número de propriedades.

Tabela 6. Situação dos suinocultores pertencentes à região de abrangência do estudo em relação ao licenciamento ambiental vigente e interesse em aderir ao TAC, 2003.

Questões	Respostas	Integrados		Não integrados		Total	
		Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Possui licença?	Não	2686	90,8	816	94,7	3502	91,7
	Sim	273	9,2	46	5,3	319	8,3
Pretende aderir ao TAC	Não	573	19,4	45	5,2	618	16,2
	Sim	2386	80,6	817	94,8	3203	83,8

3) Manejo dos Resíduos

- **Conjunto de atividades, práticas e/ou estratégias**
 - **Caracterização dos resíduos e de sua produção, assim como do meio receptor**
 - **Minimização da produção e do potencial poluente dos resíduos**
 - **Implementação de meios para reciclagem ou tratamento dos resíduos**

3) Manejo dos Resíduos

- **Conceito de sistema produtivo (antes, durante e após a produção dos resíduos)**
- **Ganhos ambientais**
- **Ganhos econômicos e produtivos**
 - **Fertilizantes orgânicos, biogás, créditos de carbono, etc**
- **Bens de crença**
 - **Produção que não agride ambiente**

4) Caracterização dos resíduos

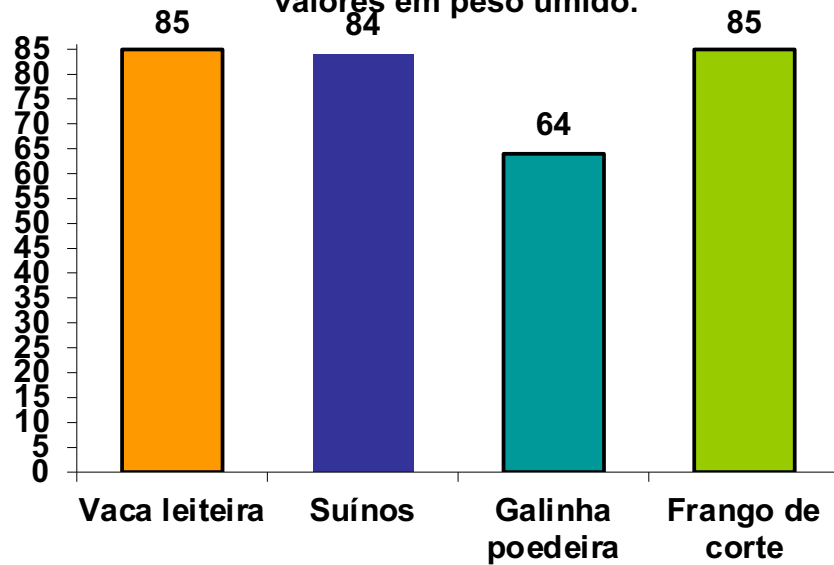
- **Resíduo: material “bruto” ou “cru”, da forma como foi gerado**
- **Conjunto dos resíduos**
 - **Dejetos**
 - **Fezes**
 - **Urina**
 - **Água desperdiçada e de limpeza**
 - **Restos de cama**
 - **Restos de ração**
- **Aspectos gerais**
 - **Quantidade/volume, origem, componentes**
 - **Regime de produção**
- **Aspectos físicos e químicos**
 - **Umidade e MS**
 - **Matéria orgânica**
 - **pH**
 - **Macro e micro minerais**
 - **DBO, DQO**

Tabela 8 - Produção (quantidade/1000 kg animal/dia) e características dos dejetos (fezes e urina) de algumas espécies, valores expressos em peso úmido.

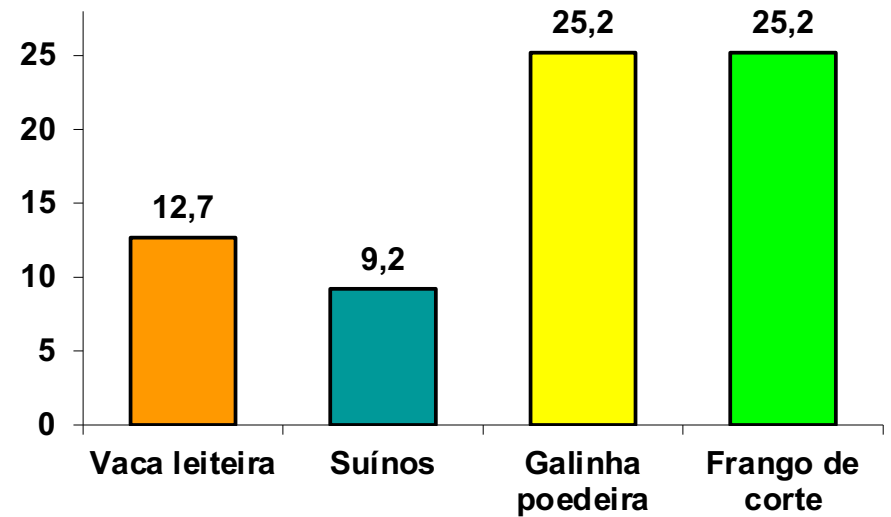
Parâmetro	Tipo de animal			
	Gado de leite	Suíno	Frango de corte	Poedeiras
Total de dejetos (kg)	86,0 ± 17,0	84,0 ± 24,0	85,0 ± 13,0	64,0 ± 1,9
Sólidos totais (kg)	12,0 ± 2,7	11,0 ± 6,3	22,0 ± 1,4	16,0 ± 4,3
Sólidos voláteis (kg)	10,0 ± 0,79	8,5 ± 0,66	12,0 ± 0,84	12,0 ± 0,84
DBO (kg)	1,6 ± 0,48	3,1 ± 0,72	-	3,3 ± 0,91
DQO (kg)	11,0 ± 2,4	8,4 ± 3,7	16,0 ± 1,8	11,0 ± 2,7
N total (kg)	0,45 ± 0,096	0,52 ± 0,21	1,1 ± 0,24	0,84 ± 0,22
N – NH ₃ (kg)	0,079 ± 0,083	0,29 ± 0,1	-	0,21 ± 0,18
P total (kg)	0,094 ± 0,024	0,18 ± 0,10	0,30 ± 0,053	0,3 ± 0,081
Zn (g)	1,8 ± 0,65	5,0 ± 2,5	3,6	19,0 ± 33,0
Cu (g)	0,45 ± 0,14	1,2 ± 0,84	0,98	0,83 ± 0,84

Adaptado de ASAE (2003)

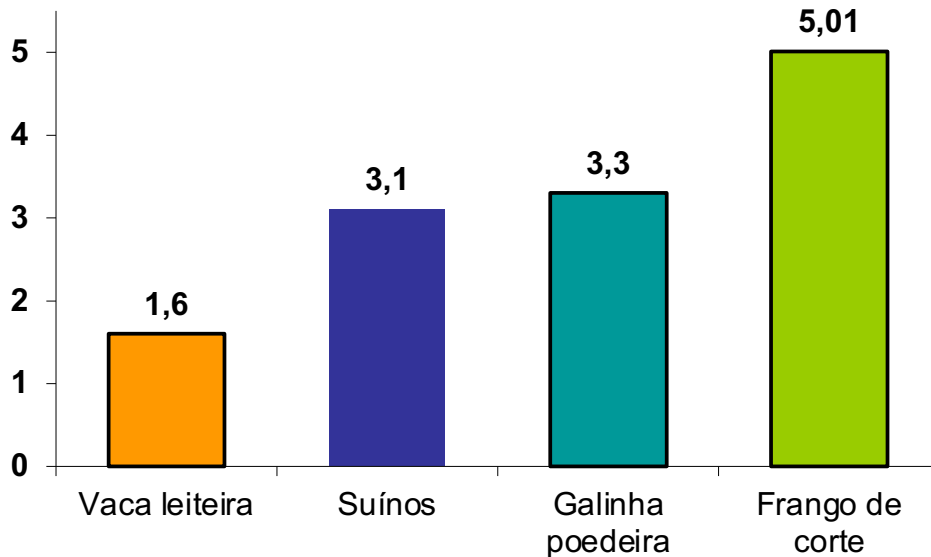
Produção de resíduos (fezes e urina) de algumas espécies animais (kg / dia / 1000 kg de peso vivo), valores em peso úmido.



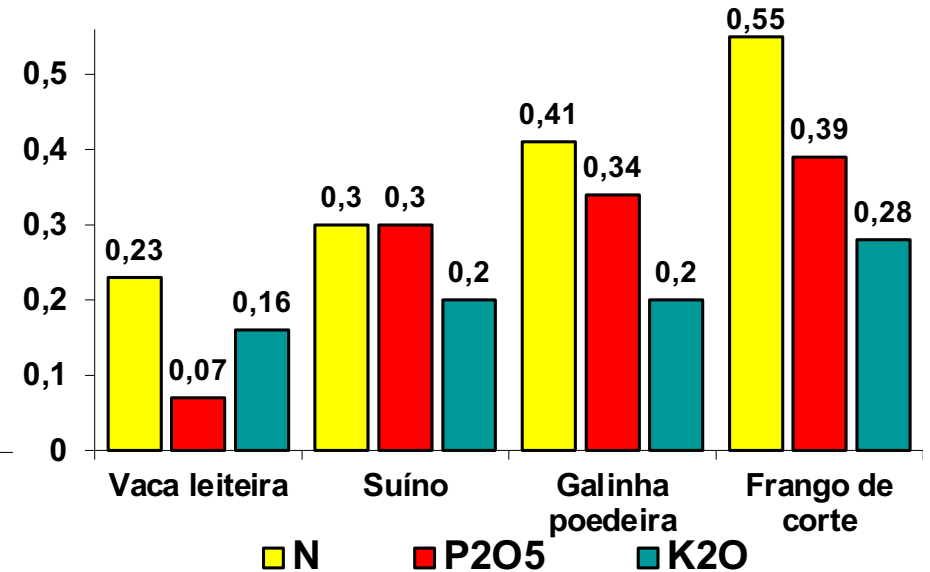
Teor de sólidos totais dos dejetos (fezes e urina) de algumas espécies animais de interesse econômico (% da matéria natural).



DBO (fezes e urina) de algumas espécies animais de interesse econômico (kg / dia / 1000 kg de peso vivo).



Teores aproximados de N, P₂O₅ e K₂O nos dejetos (fezes e urina) de algumas espécies animais de interesse econômico (kg/dia/500kg de peso vivo).

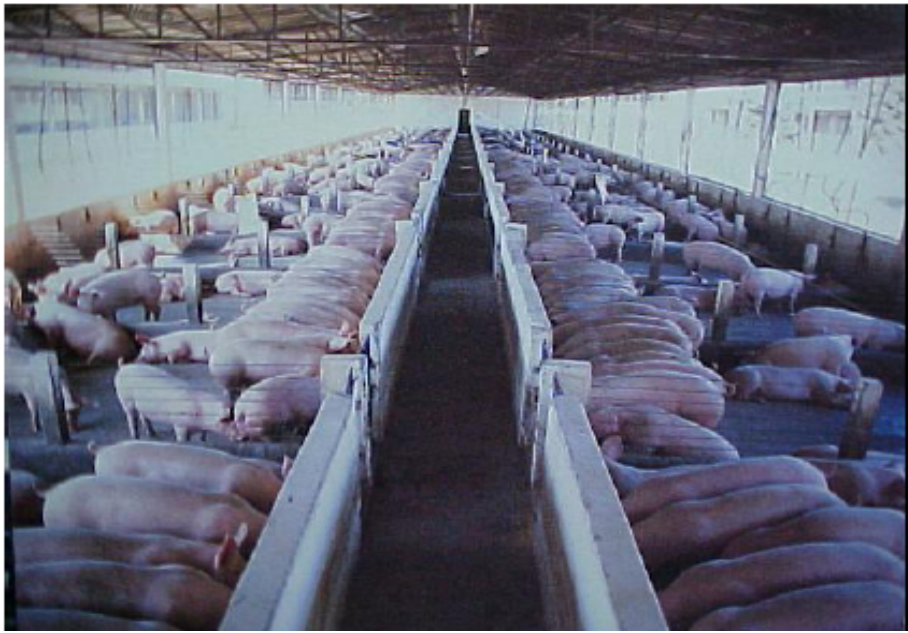


Adaptado de ASAE (2003)

Tabela 9. Composição química de algumas amostras de dejetos líquidos de suínos, em teores totais.

Amostra ¹	Nutrientes							
	Ca	Mg	P	K	Cu	Zn	Mn	N
	g/L	g/L	g/L	g/L	mg/L	mg/L	mg/L	g/L
A	2,22	0,74	1,83	0,63	34,8	119,0	24,8	3,45
B	2,50	0,74	1,80	0,44	36,5	120,0	30,0	3,40
C	3,34	1,30	3,18	0,94	31,9	159,0	39,2	5,90
D	2,25	0,82	1,89	0,58	42,7	134,1	23,0	3,12
E	5,70	0,96	2,50	1,20	11,7	72,4	49,2	6,00
F	3,50	1,50	3,90	6,80	51,0	51,0	-	6,50

a – A, B,C = Seganfredo (1998), D = Seganfredo (1997), E = Konzen (1980), F = Hoeksma (1998), citados por Seganfredo, 2000.



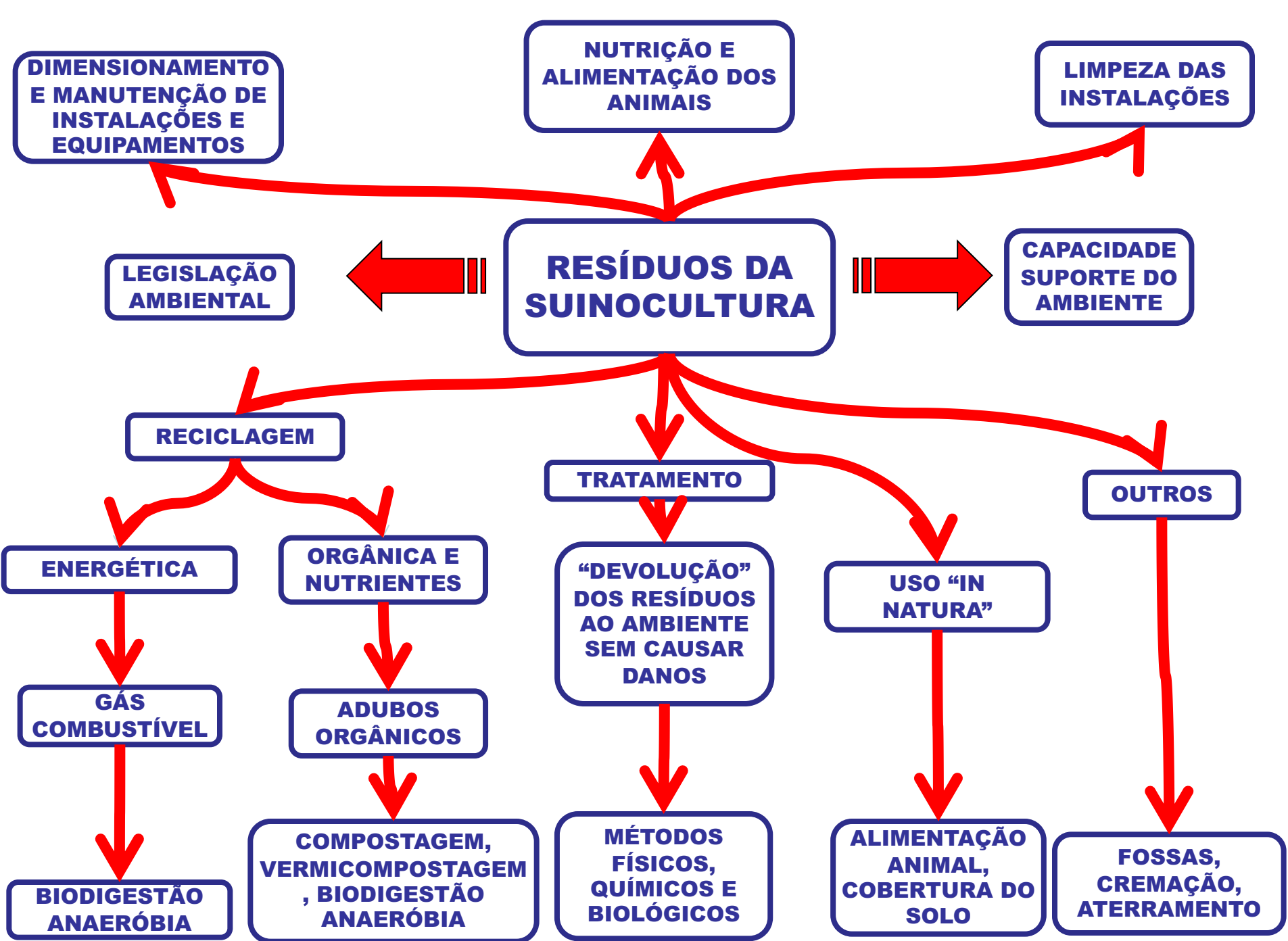


4) Caracterização dos resíduos

- **Pontos importantes**
 - **Variabilidade na composição química**
 - **Diferenças no potencial poluente**
 - **Diferentes formas de tratamento e/ou reciclagem**

5) Caracterização do meio receptor

- **Capacidade suporte**
 - Viabilidade e possíveis riscos pelo uso de determinado resíduo num dado ambiente
- **Pontos a serem observados**
 - **Caracterização climática**
 - Temperatura
 - Umidade
 - Balanço hídrico
 - **Tipo de solo**
 - **Rede de águas subterrâneas**
 - Direção
 - Profundidade
 - **Topografia da área**
 - **Cursos d'água**
 - Tamanho
 - Volume
 - Vazão
 - **Proximidade de áreas urbanas**



6) Produção e potencial poluente dos dejetos

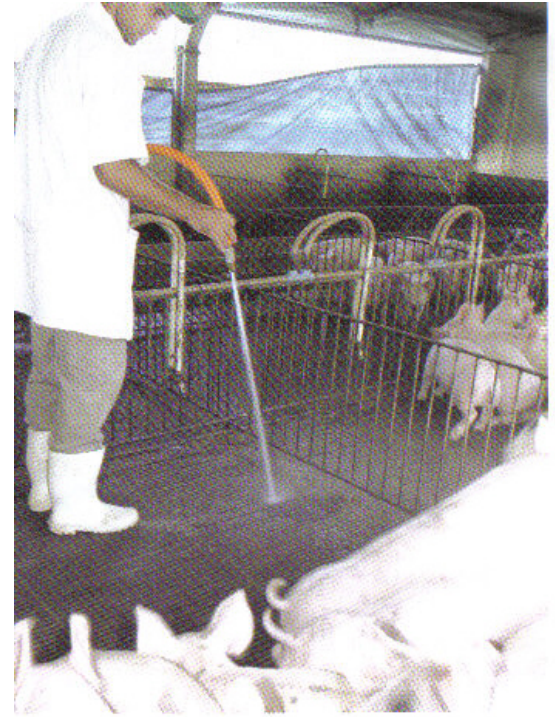
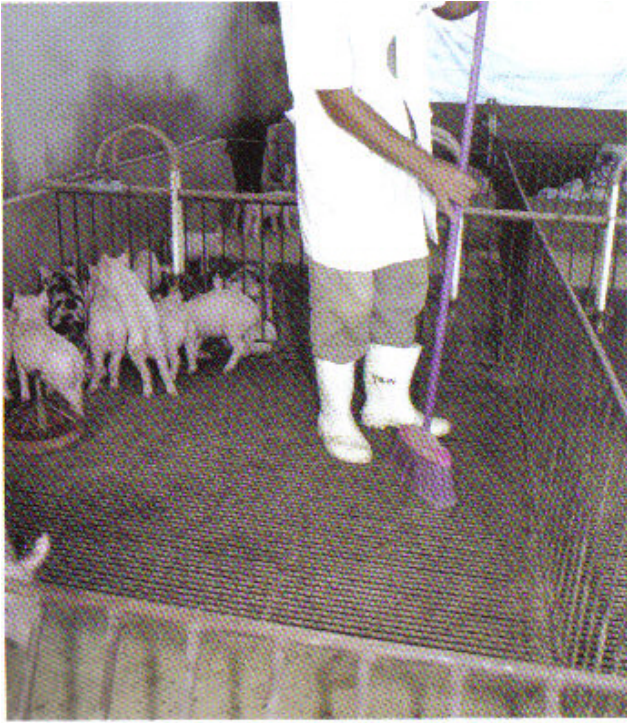
- **Nutrição e alimentação animal**
 - **Melhorias na eficiência alimentar e produtividade**
- **Redução de desperdícios**
 - **Instalações e equipamentos**
 - **Limpeza das instalações**

6.1) Estratégias nutricionais

“Os excrementos produzidos pelos suínos, e por qualquer outra espécie animal, são consequência da quantidade e digestibilidade dos nutrientes fornecidos através da dieta. Portanto os nutricionistas podem contribuir muito para solução da questão da poluição ambiental pelos dejetos suínos utilizando conhecimento e bom senso, os quais podem ser materializados em dietas formuladas para menor excreção de nutrientes e utilizadas em sistemas de produção que operam com o conceito da produção mínima de excrementos.” (LIMA, 2008)

6.1) Estratégias nutricionais

- **Atendimento “exato” das exigências nutricionais**
- **Programas de alimentação de acordo com genética, idade e sexo**
- **Formulação de acordo com teores de nutrientes digestíveis ou disponíveis**
- **↓ dos teores de proteína bruta das rações, uso do conceito de proteína ideal e de aa's sintéticos**
- **Utilização de aditivos promotores de crescimento ou de modificadores metabólicos**
- **Níveis de minerais nas dietas e uso de fontes de minerais quelatados**
- **Processamento das rações**
- **Redução das “margens de segurança”**





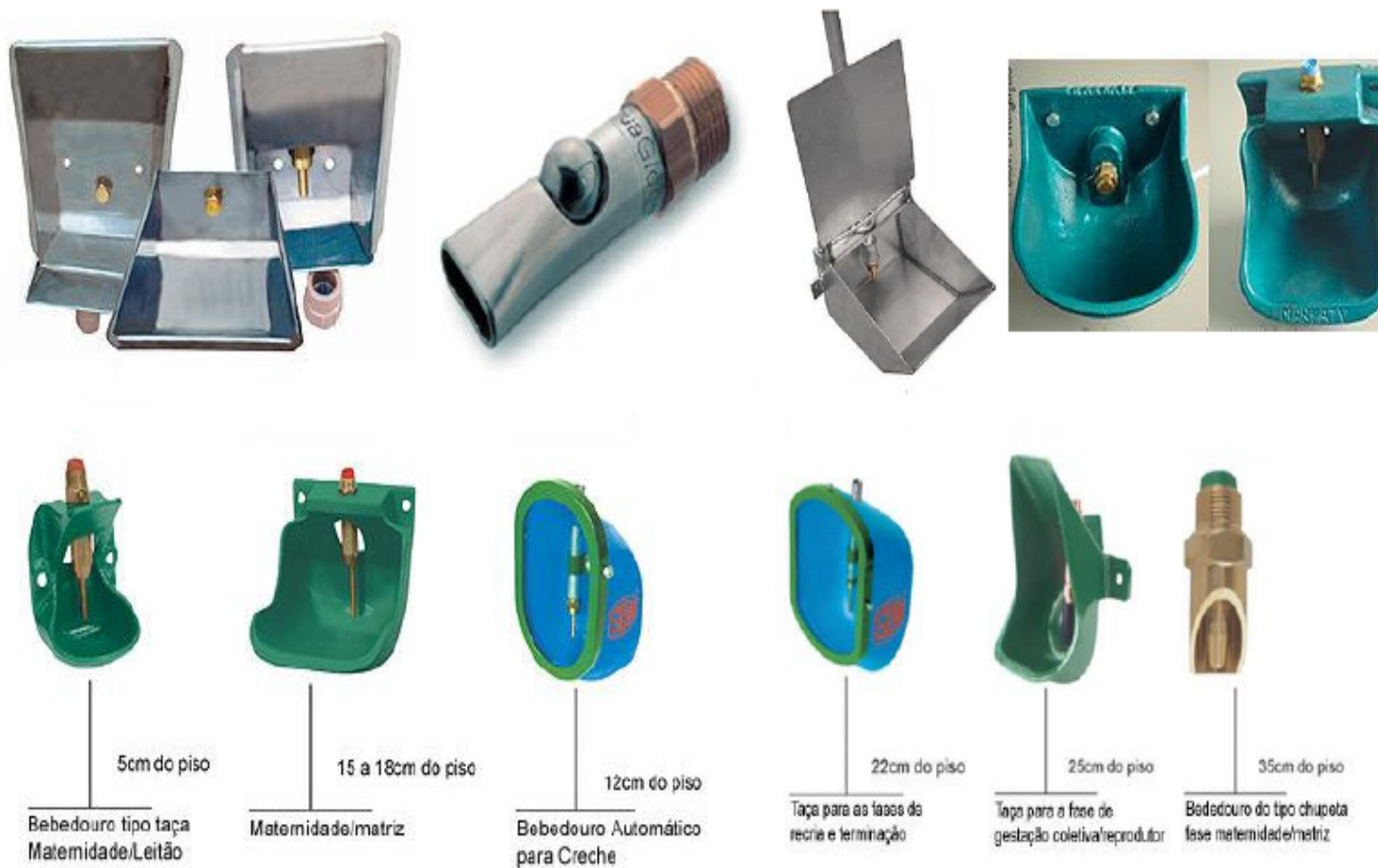


Fig. 10 - Principais modelos de bebedouros em uso na suinocultura.









Fig. 5 - Foto da esquerda: Canal externo usado no manejo dos dejetos.
Foto da direita: Implantação pelo PNMA II, de construção de canal externo coberto evitando-se a proliferação de moscas e de odores e infiltração da água da chuva.

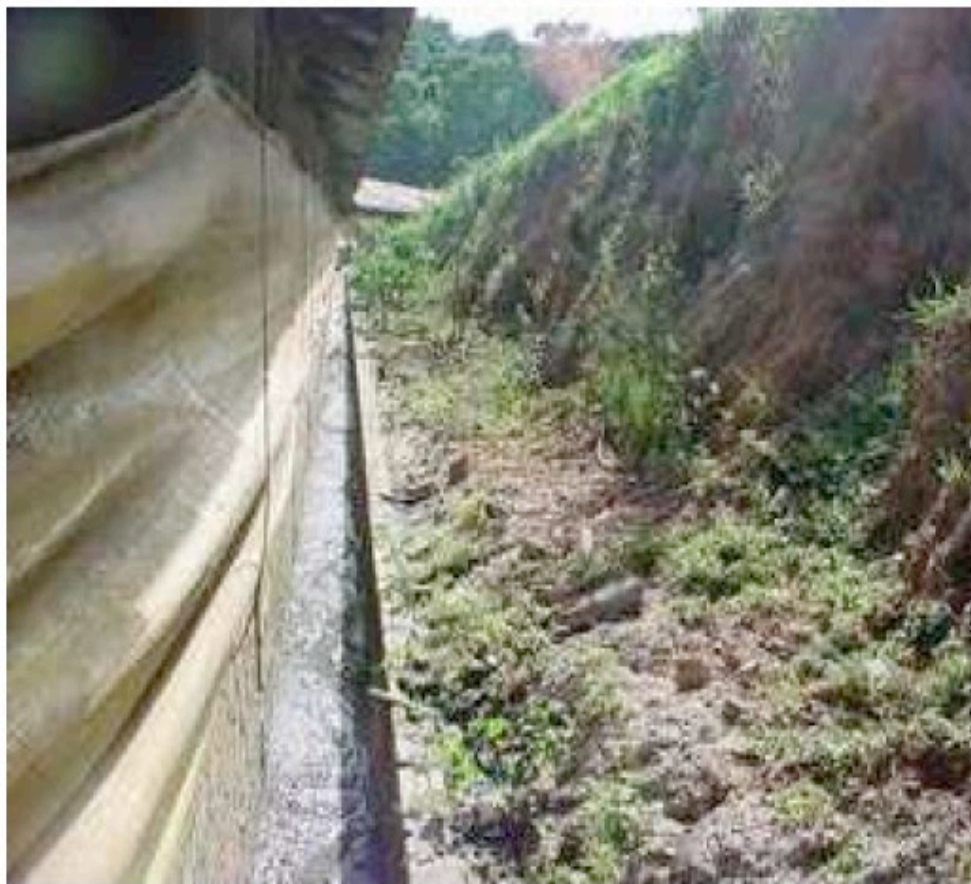


Fig. 6 - Erros freqüentes de construção dos canais externos, contribuindo para introdução e mistura da água da chuva com os dejetos.

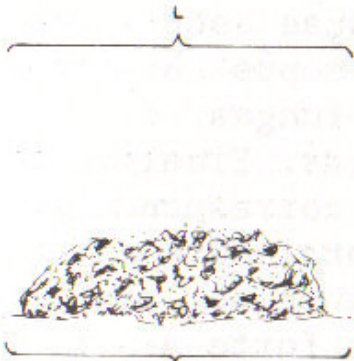
7) Reciclagem e Tratamento dos dejetos

7.1) Compostagem

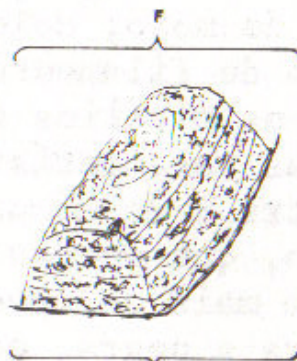
- Degradação aeróbia da matéria orgânica, de forma controlada (umidade, aeração, relação C/N, etc.), até formas mais estáveis e menos poluentes
- Produção do composto orgânico
 - Reciclagem de nutrientes
 - ↓ do volume inicial de resíduos
- Degradação de substâncias tóxicas e/ou patógenos (↑ temperatura)
- Uso do composto
 - Adubação
 - Melhoria das propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo

Camada de deposição recente, matéria orgânica crua, características originais bem definidas

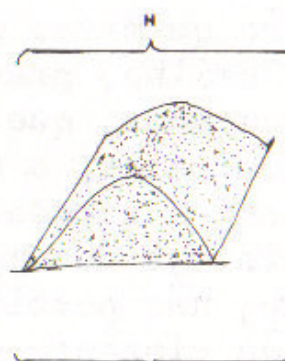
Matéria orgânica que está sendo "atacada" por microorganismos e insetos, começando a perder sua identidade, apresentando sinais de decomposição física e química



MATERIA-PRIMA
MATERIAL CRU, RECENTE

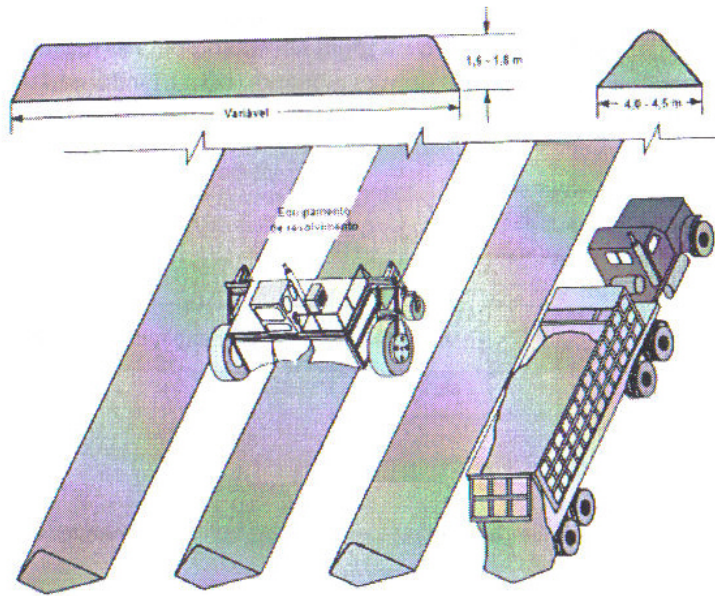


COMPOSTAGEM
MATERIAL SEMI-
CURADO OU
BIOESTABILIZADO.



COMPOSTO
MATERIAL CURADO OU
HUMIFICADO.

Material já decomposto, que perdeu totalmente a identidade, completamente desintegrado, quimicamente alterado e com fração coloidal

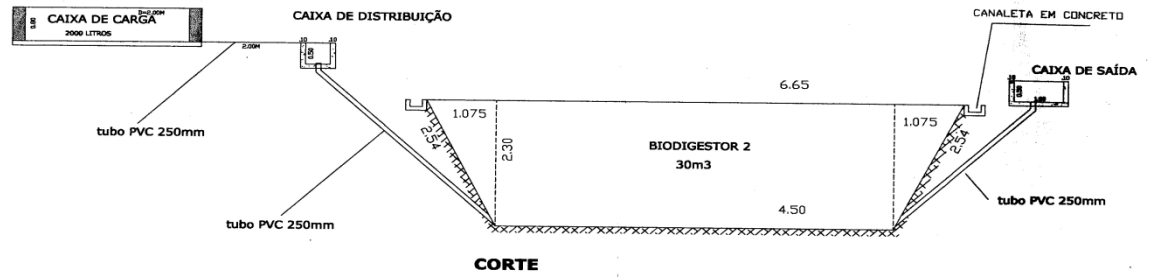
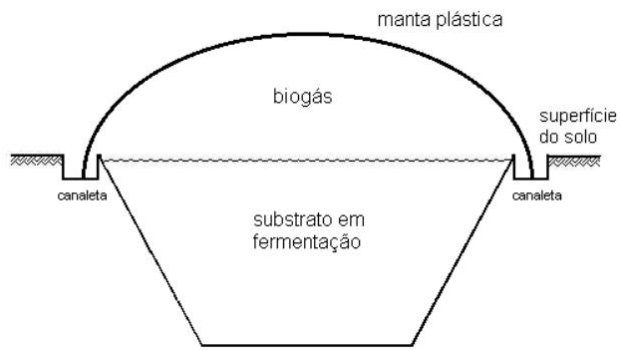






7.2) Biodigestão anaeróbica

- **Degradação anaeróbia MO**
 - N, P e K e outros minerais
 - ↑MO, introdução de grande número de microrganismos no solo
- **Interação de microrganismos**
 - Compostos orgânicos complexos em compostos mais simples (hidrólise, acidogênese, acetogênese, metanogênese)
 - Biogás e biofertilizante
- **Biogás**
 - CH₄ (60 a 80%)
 - CO₂
 - NH₃, H₂S e outros compostos reduzidos
- **Biofertilizante**
 - **Biodigestores: câmara, meio anaeróbio (vários tipos)**
 - **Tipos de operação**
 - Abastecimento contínuo
 - Batelada

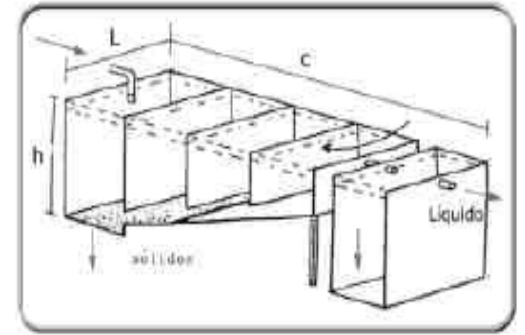
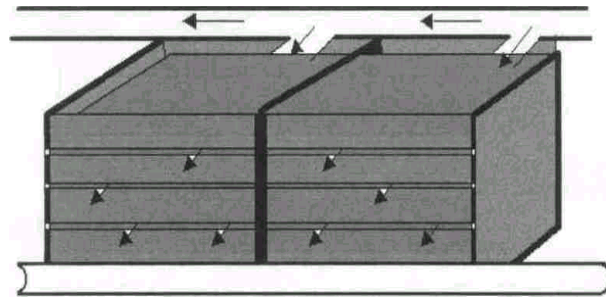


7.2) Biodigestão anaeróbica

- **Fatores que interferem na biodigestão**
 - **Temperatura (30 a 40° C)**
 - **pH (6,6 a 7,6)**
 - **Substâncias tóxicas (amônia, metais pesados, antibióticos)**
 - **Teor de ST (6 a 8%)**
 - **Nutrientes (C, N, H, P)**
 - **Relação C/N (30 – 50 / 1)**
 - **Agitação / homogeneização**
 - **Uso de inóculo**

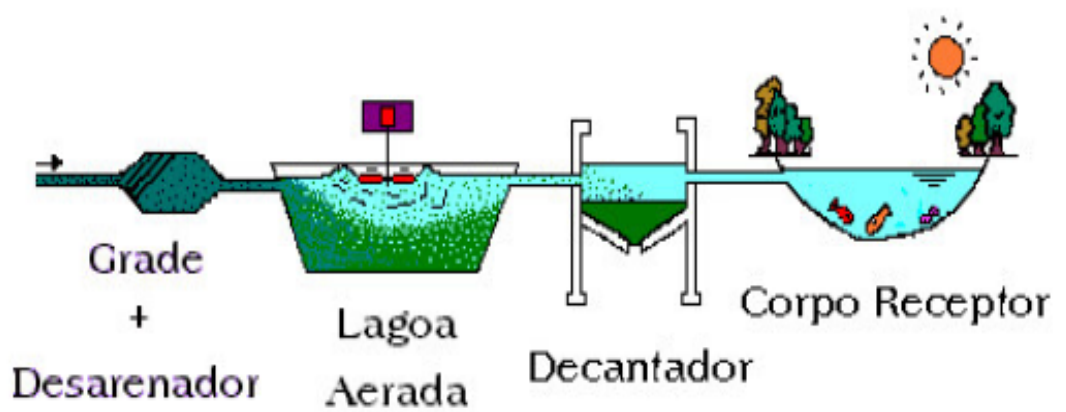
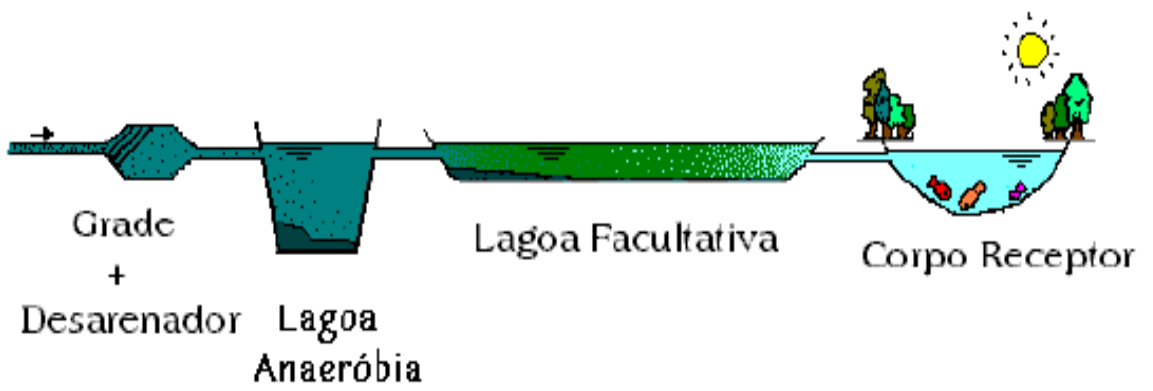
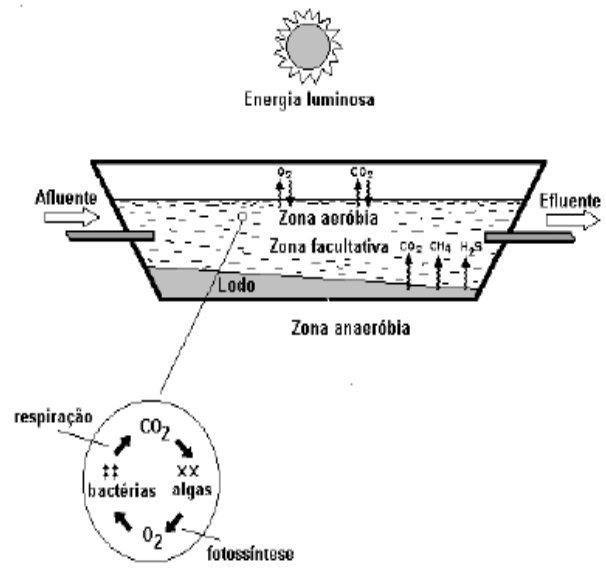
7.3) Tratamento de dejetos

- **↓ carga poluente dos resíduos de forma que seja possível sua disposição no ambiente**
- **Combinação de processos físicos e biológicos**
- **Sistemas de tratamento físico**
 - **Separação de fases**
 - **Decantação**
 - **Caixa de passagem com grade**
 - **Peneiramento**
 - **Porção sólida**
 - **Compostagem**



7.3) Tratamento de dejetos

- **Lagoas de estabilização**
 - **Aeróbias**
 - **Anaeróbias**
 - **Facultativas**
 - **Aeradas**
 - **Lagoas de aguapé**
 - **Necessidade de áreas grandes**
 - **Gases produzidos vão para o ambiente**
 - **Poluição**
 - **Odores desagradáveis**



8) Considerações Finais

- **Correto manejo dos resíduos é fundamental nos sistemas de produção animal**
 - **Preservação do meio ambiente**
 - **Fonte de renda e/ou insumos adicional**
 - **Atendimento à legislação ambiental**

- **Considerar**
 - **Características do local, das formas de tratamento / reciclagem e do sistema de produção (espécie animal produzida, instalações, tipo de produção, custos)**