

# **CARACTERIZAÇÃO E MANEJO DE EFFLUENTES PECUÁRIOS**

**José Luís da Silva Pereira, Ph.D.**

Escola Superior Agrária de Viseu

[jlperreira@esav.ipv.pt](mailto:jlperreira@esav.ipv.pt)

**Departamento de Zootecnia, Engenharia Rural e Veterinária**  
**Ano lectivo 2018/2019**

## **Efluentes pecuários – origem e caracterização**

### **A. Origem-produção de efluentes**

- a) Tipo de animal
- b) Infraestrutura – consumo de água

### **B. Características dos efluentes**

- a) Amostragem
- b) Análise
- c) Características físicas
- d) Características químicas
- e) Características biológicas

**DL 236/1998**

**Portaria 631/2009**

## Introdução

- Os efluentes pecuarios são um subproduto que está inevitavelmente associado a produção animal.
- Estes efluentes podem ser uma valiosa fonte de nutrientes para a produção de foragens ou outras culturas, mas para isso é necessário **uma gestão eficiente destes efluentes**.
- Caso contrario, os efluentes podem ter impactos ambientais consideráveis, danificar as culturas, provocar problemas com vizinhos e a com o publico em geral devido aos maus cheiros ou outros problemas.

## Produção de efluentes por especie animal

A **quantidade de efluente** produzido **varia** consideravelmente **entre espécies**, devido **as** diferenças entre animais em termos de dieta e metabolismo.



	Peso vivo (kg)	Kg dia <sup>-1</sup> ton <sup>-1</sup> peso vivo
Vaca -leite	640	86 ± 17
Vaca -carne	360	58 ± 17
Vitelo	91	62 ± 24
Porco	61	84 ± 24
Ovelha	27	40 ± 11
Cabra	64	41 ± 8.6
Cavalo	450	51 ± 7.2
Galinha poedeira	1.8	64 ± 19
frango	0.9	85 ± 13
Peru	6.8	47 ± 13
Pato	1.4	110 ±

ASAE STANDARDS 2003

Produção de efluentes por especie animal

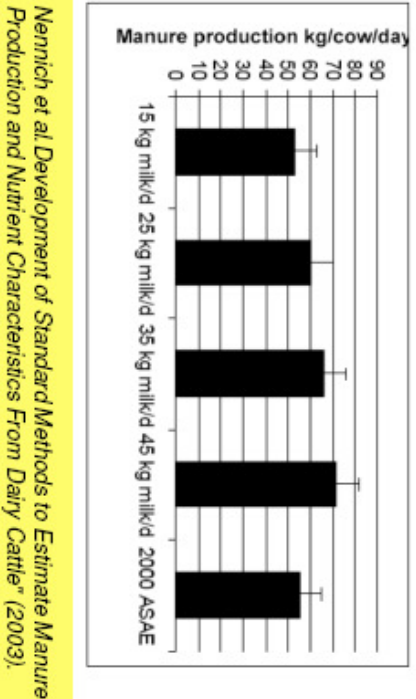
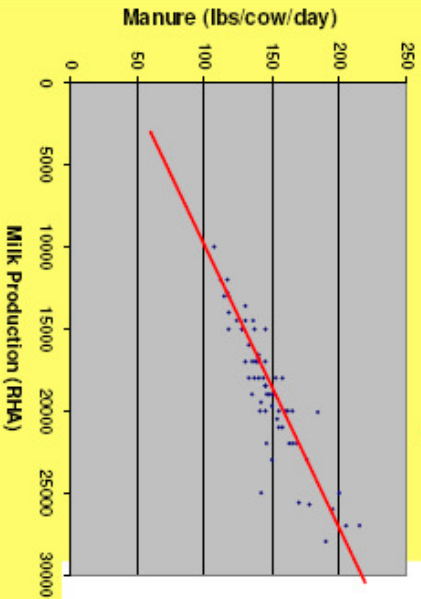
Chorume/Estrume produzido por animal e teor de matéria seca

Animal	Peso vivo (kg)	Estrume produzido por animal em 6 meses (m³)	Teor de matéria seca (kg/m³)
Vaca-leite	550	9.7	100
Vaca-Carne >2 anos	500	5.8	100
Vaca-Carne 1-2 anos	400	4.8	100
Vaca-carne 0.5-1 ano	180	2.4	100
Porco criação	200	2.0	60
Porco engorda	35-105	0.8	100
100 galinhas poedeiras	220	2.1	300
100 Frangos	220	1.1	600

Produção de efluentes por especie animal

A quantidade de efluente produzido varia consideravelmente dentro de cada espécie, devido essencialmente à diferenças na gestão dos efluentes e do manejo animal.

Produção de estrume em função da produção de leite



Nennich et al Development of Standard Methods to Estimate Manure Production and Nutrient Characteristics From Dairy Cattle" (2003).

Estrume produzido(kg/vaca/dia) = produção leite (kg) \*0.647 + 43.212

## Produção de efluentes - composição

❖ Os efluentes pecuários são compostos essencialmente por:

- ✓ Fezes
- ✓ Urina
- ✓ Água e lixiviados
- ✓ Restos de alimentos
- ✓ Cama dos animais

### Água e lixiviados

- ✓ Podem existir sistemas de recolha individuais para as águas e lixiviados mas geralmente, juntam-se ao efluente total
- ✓ Lixiviados com valor de pH muito baixo
- ✓ Origem da Água: bebedouro, lavagens, chuva...

## Produção de efluentes - outros resíduos

### Resto de alimentos

- ✓ Os alimentos não consumidos pelos animais podem representar uma parte significativa do efluente final
- ✓ Um valor de desperdício perto dos 5% é geralmente admitido
- ✓ Valores de desperdício até 10% podem aumentar de forma significativa o teor em matéria seca dos estrumes: situação frequente com vacas, porcos e aves.

## Produção de efluentes - composição

### Cama dos animais

- ✓ O material usado para as camas dos animais assim como o seu volume e a forma como este resíduo é adicionado ao efluente principal afectam de forma significativa a produção total de efluente.
- ✓ Por outro lado, o material usado pode também condicionar a gestão do efluente. Palha ou outros materiais fibrosos adsorvem muita água e dão estrutura ao estrume.
- ✓ Os materiais mais usados são: palha, feno, serrim, estrume compostado, areia.

## Produção de efluentes - Infraestruturas

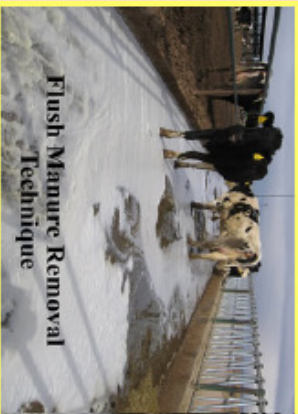
### Local de produção

- ✓ O local de produção dos efluentes tem efeito nas características e na quantidade de efluente produzido.



## Produção de efluentes - Método de recolha

- ✓ A escolha do método de recolha dos efluentes deve basear-se na composição do efluente, composição actual ou composição pretendida.
- ✓ Um sistema de descarga (flushing) ou pavimento em ripado funcionarão melhor com chorume



Flush Manure Removal  
Technique



## Produção de efluentes - Método de recolha



Vacuum Manure Removal  
Technique



## Produção de efluentes - armazenamento

### Armazenamento de estrume



#### ❖ Vantagens

- Teor de matéria seca elevado
- Poucos odores
- Poucas perdas durante e após aplicação ao solo
- Boa retenção dos nutrientes

#### ❖ Inconvenientes

- Mais trabalhoso do que o chorume (recolha, transporte...)
- Lixiviação importante em áreas descobertas

## Novilhas de substituição: Vila do Conde



## Produção de efluentes - armazenamento

### Armazenamento de chorume



#### ❖ Vantagens

- Menor volume e perdas de nutrientes do que em sistemas líquidos
- Menos manuseamento do que estrume

#### ❖ Inconvenientes

- Odores (excepto se for coberta)
- Risco de acumulação de gases
- Transporte até ao local de aplicação

## Produção de efluentes - armazenamento

### Armazenamento de fracção líquida (lagoas)



#### ❖ Vantagens

- Menor custo de armazenamento por animal
- Poucos odores após tratamento do chorume
- Pode ser bombeado usando sistemas de rega

#### ❖ Inconvenientes

- Área de aplicação requerida muito grande
- Investimento importante/ocupação de grande espaço
- Maiores perdas de nutrientes

## Produção de efluentes - armazenamento

### Armazenamento necessário

- A gestão do efluente depende muito do seu teor em matéria seca.
- A capacidade de armazenamento depende do tipo de animal (raça, idade), do número de animais, da dieta animal, do volume de águas drenadas para a fossa e do tipo de camas
- Deve dar-se particular atenção a água que pode drenar para a fossa: água da chuva, águas residuais, águas de lavagem...

## Produção de efluentes - armazenamento

- ❖ O período de armazenamento tem um efeito significativo sobre a composição do efluente, uma vez que durante essa etapa, ocorrem vários processos biológicos que degradam alguns elementos do efluente.
- ❖ Pode haver perdas de nutrientes ou de água.

## Produção de efluentes - Perdas de nutrientes

- ❖ Alterações da concentração em nutrientes do estrume/chorume podem ocorrer devido à:
  - ✓ **Diluição** (água da chuva em fossa abertas)
  - ✓ **Deposição** (precipitação do fósforo e acumulação no fundo das lagoas).
  - ✓ **Emissões gasosas** (Azoto, enxofre, carbono).
- ❖ Excepto no caso das lagoas (como acima referido), as perdas de P e K durante o armazenamento são relativamente baixas e ocorrem mais nas etapas de recolha e transporte.
- ❖ As perdas de N durante o armazenamento variam dos 15% até aos 90%.

## Produção de efluentes - Perdas de nutrientes

- ❖ Perdas de N, P e K durante a etapa de remoção e armazenamento de estrume e chorume

	N	P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K (K <sub>2</sub> O)
	-----% de perda -----		
<b>Estrume</b>			
Remoção diária	20-35	5-15	5-15
acumulação	20-40	10-20	10-20
Equinos e aves	25-50	5-15	5-15
Sólidos em parques			
Remoção anual	40-55	20-40	30-50
Remoção diária	20-35	10-20	15-25
<b>Chorume</b>			
Fossa anaeróbica	15-30	5-20	5-20
Fossa enterrada	10-30	5-15	5-15
Fossa aberta, 120-180 dias	20-40	5-50	5-50
Lagoa	70-85	50-80	30-80
Lagoa, 365 dias	90	50-80	30-80

Fullage, C.D., and D.L. Post. 2002.  
Fertilizer nutrients in livestock and poultry manure. *University of Missouri*  
Cooperative Extension Bulletin EQ351.

## Produção de efluentes - Perdas de nutrientes

- ❖ As perdas de nutrientes durante o armazenamento são estimadas recorrendo a valores tabelados para cada tipo de efluente e armazenamento. Estas estimativas são uteis na fase de projecto mas não devem ser usadas para estimar a concentração em nutrientes do efluentes, será sempre melhor analisar.

armazenamento/ tratamento	Azoto			fosforo( $P_2O_5$ )			Potassio ( $K_2O$ )		
	N produzido	Factor de conversão	N disponível	P produzido	Factor de conversão	P disponível	K produzido	Factor de conversão	K disponível
<b>Exemplo:</b> estrupe de aviário; por tonelada	60	* 0.50	30	58	* 1.0	58	52	* 1.0	52
Parque aberto		* 0.50			* 0.95			* 0.70	
Fossa chorume aberta		* 0.85			* 1.0			* 1.0	
Fossa chorume fechada		* 0.70			* 1.0			* 1.0	
Fossa enterrada		* 0.75			* 1.0			* 1.0	

## Características dos efluentes - análise

Alem da quantidade de efluente produzido é necessário conhecer a sua composição para poder trata-lo ou aplica-lo ao solo em quantidades aceitáveis

### ❖ Características físicas:

- Massa e volume
- Teor de matéria seca
- Fraccionamento-tamanho de partículas

# Características dos efluentes - análise

## ❖Características Químicas

- ✓N, P, K (nutrientes)
- ✓CQO, CBO
- ✓pH

## ❖Características Biológicas

- ✓Microbíos "bons" (uteis para a degradação e digestão do efluente
- ✓Microbíos "maus" (patogénicos)

Common parameters used in the characterization of wastes and wastewaters and in establishing stream water quality standards

Physical parameters	Metals	Inorganic constituents	Organic constituents	Radioactivity	Biological parameters
Appearance	Cadmium	Acidity	BOD	$\alpha$ and $\beta$ radioactivity	Bacteria
Colour	Calcium	Alkalinity	COD		Coliforms
Conductivity	Copper	Chlorides	Grease	Strontium 90	Fish
Odour	Iron	Nitrogen	Organic Carbon		Fungi
Quantity	Magnesium	Oxygen	Pesticides		Pathogens
Solids	Manganese	pH	Volatle acids		Streptococci
Salinity	Potassium	Potassium			Viruses
Specific gravity	Sodium	Phosphates			
Taste	Zinc	Sulphates			
Temperature		Sulphides			

Tabela 40 - Parâmetros Organolépticos, Físicos, Químicos e Biológicos (Departamento de Engenharia Agrícola-UFV; VSI)

Classificação	Parâmetro	Definição
Organolépticos	Sabor e Olor	Resultam de causas naturais (algas, vegetação em decomposição; compostos orgânicos) e artificiais (esgotos).
	Cor	Resulta da existência, na água, de substâncias em solução; pode ser causada por: ferro ou manganês, decomposição da MO da água, algas ou introdução de esgotos industriais e domésticos.
	Turbidez	Sedimentos em suspensão (e.g. partículas de argila, solo e lodo) entram na água a partir de locais perturbados e afectam a qualidade da água. Podem conter poluentes, tais como P, pesticidas ou metais pesados. As partículas suspensas diminuem a profundidade de penetração da luz através da água, aumentando a turbidez da água.
Físicos	Temperatura	Afecta algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, OD), com reflexos sobre saúde das espécies aquáticas e organismos. Pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e antropogénicas (e.g. descargas industriais).
	Sólidos em Suspensão (SS)	Resíduo que permanece num filtro após filtração da amostra. Podem ser divididos em: <ul style="list-style-type: none"> <li>Sólidos sedimentáveis: sedimentam após um período t de repouso da amostra</li> <li>Sólidos não sedimentáveis: removidos somente por processos de coagulação, floculação e decantação.</li> </ul>
	Sólidos Dissolvidos (SD)	Representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente.
Químicos	Condutividade eléctrica	Indicador da qualidade da água. Dados sobre a condutividade podem determinar a concentração de soluções, a detecção de contaminantes e determinar a pureza da água.
	pH	Determina as características ácidas e básicas da água. Níveis de pH excessivamente altos ou baixos são frequentemente associados com deficiências nutricionais, toxicidade do metal, ou outros problemas para a vida aquática. pHs elevados tornam o $\text{NH}_3$ mais tóxico. Durante a proliferação de algas, a fotossíntese aumenta o pH da água, especialmente em águas estagnadas ou de baixa movimentação.
	$\text{NH}_4^+$	Ou a sua forma neutra de $\text{NH}_3$ – forma de N que as plantas aquáticas podem absorver e incorporar em proteínas, aminoácidos e outras moléculas. Altas concentrações de $\text{NH}_4^+$ podem aumentar o crescimento de algas e plantas aquáticas. As bactérias também podem converter o $\text{N-NH}_4^+$ a $\text{NO}_3^-$ no processo de nitrificação, o que diminui o OD.
	$\text{NO}_3^-$	O $\text{NO}_3^-$ é móvel e pode infiltrar-se em rios, lagos e estuários de águas subterrâneas enriquecidas por dejectos humanos ou animais ou fertilizantes comerciais. Concentrações elevadas de $\text{NO}_3^-$ podem aumentar o crescimento de algas e plantas aquáticas.
Fosfatos		Podem ser provenientes de adubos, à base de P, ou da decomposição de materiais orgânicos e esgoto.

Oxigénio Dissolvido (OD)		Para as espécies aquáticas, uma quantidade de OD adequada é de importância primordial para a sua sobrevivência. Uma vez que os níveis de OD estão directamente relacionados à qualidade da água, os dois são altamente interdependentes. Valores baixos indicam que a massa de água recebeu $\text{MO}_2$ , e a sua decomposição é acompanhada pelo consumo e redução de OD na água, podendo alcançar teores muito baixos, ou zero (dependendo da capacidade de autodepuração da massa de água), levando à morte dos organismos aquáticos aeróbios.
Carénia Biológica de oxigénio (CBO)		Mede a quantidade de $\text{O}_2$ consumida por microrganismos na decomposição da MO. A CBO também mede a oxidação química da matéria inorgânica. A taxa de consumo de $\text{O}_2$ é afectada por uma série de variáveis: temperatura, pH, presença de certos tipos de microrganismos, e do tipo de material orgânico e inorgânico na água. A CBO afecta directamente a quantidade de OD nos rios e ribeiros. Quanto maior a CBO, mais rapidamente o $\text{O}_2$ é esgotado na água. Isso significa que menos $\text{O}_2$ está disponível para formas superiores de vida aquática. As consequências de CBO elevadas são as mesmas que as do OD baixo: os organismos aquáticos tornam-se estressados, sufocam e morrem. Fontes de CBO incluem solo, folhas e detritos lenhosos, esterco animal, efluentes de fábricas de celulose e papel, ETAR, e as centrais de processamento de alimentos, sistemas sépticos deficientes e escoamento de águas pluviais urbanas.
Carénia Química de Oxigénio (CQO)		Quantidade de $\text{O}_2$ necessária à oxidação da MO, através de um agente químico. Para o mesmo líquido, a CQO é sempre maior que a CBO. O aumento da CQO numa massa de água deve-se principalmente a esgotos industriais.
Coliformes		Indicadores de presença de microrganismos patogénicos na água; os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, ou efluentes equiparados, podendo conter microrganismos causadores de doenças.
Biológicos		As algas desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande parte do OD do meio; em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes: sabor e odor; toxicidade; turbidez e cor; formação de massas de MO que, ao serem decompostas, provocam a redução do OD; corrosão; e interferência nos processos de tratamento da água.

## Características dos efluentes - análise

- O valor real da concentração em nutrientes pode ser muito diferente do valor tabelado (> 100%)
- Análises são necessárias para determinar de forma rigorosa as concentrações em N, P e K e calcular as quantidades de efluente à aplicar ao solo para cobrir as necessidades das plantas
- Amostras de efluentes devem assim ser enviadas para laboratórios analíticos. A amostragem é uma etapa importante na análise dos efluentes, sendo necessário a recolha de uma amostra que seja representativa. A boa conservação e transporte adequado e atempado das amostras são ainda determinantes numa boa caracterização dos efluentes.
- Na prática, é difícil conseguir obter uma amostra representativa quando se trata de estrume ou chorume devido a variabilidade própria destes materiais

## Características dos efluentes - amostragem

### Chorume

- ❖ Em parques:
  - ✓ Raspar directamente para um recipiente;
  - ✓ Recolher cerca de 2 kg de estrume em vários locais.
- ❖ Em fossas:
  - ✓ Reolher cerca de 2 kg de estrume após ter removido a camada superficial; evitar recolher material sedimentado.



[Dairy manure storage](#) (photo by Katherine Guggis, USDA-NRCS)



# Características dos efluentes - amostragem

## Estrume semi-sólido

- ❖ Fossas enterradas/subterrâneas:
  - ✓ Remover crosta superficial (caso exista), tentar homogeneizar o efluente e recolher em vários locais
- ❖ Em fossas:
  - ✓ A fossa deve ser agitada (mecanicamente) durante cerca de 30 minutos
  - ✓ Recolher amostras em vários locais



Sampling manure from slotted-floor pit  
(photo by Bob Nichols, USDA-NRCS)



## Características dos efluentes - físicas

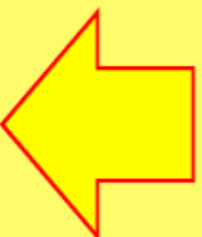
- Unidades
  - Produção de efluente
    - Kg ou ton de efluente total por dia por 1000 kg peso vivo (kg/dia/1000 kg)
  - Densidade do efluente
    - Massa:volume (usado para determinar o volume)
    - kg por m<sup>3</sup>

## Características dos efluentes - físicas

- Exemplo de aplicação - pecuária leiteira
    - produção
      - 80 kg/dia/1000 kg animals
    - densidade
      - 990 kg/m<sup>3</sup>
    - Vitelo ou vacas em produção
      - Variação do peso total do animal
- Se tiver 175 vacas (640 kg) estabuladas 24h por dia:  
175 vacas \* 640 kg/vaca \* 80 kg de efluente/1000 kg/dia =  
8960 kg por dia

## Características dos efluentes - físicas

- E se os animais só estiverem estabulados durante a ordenha ou parte do dia ??



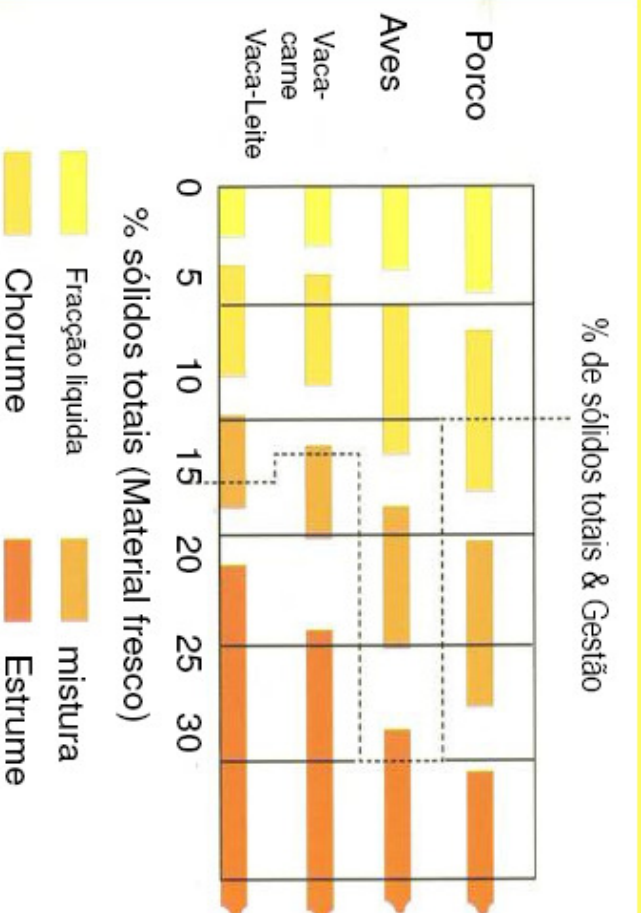
- Temos de multiplicar os valores diários de produção pela fracção de tempo correspondente a estabulação.

## Características dos efluentes - físicas

### ❖ Matéria seca

- A consistencia do efluente pode ser afectada pela sua propria produção e pode ser manipulada para satisfazer os requisitos da exploração;
- A gestão do efluente depende muito do teor de MS: efluentes mais sólidos ou mais líquidos podem comprometer todo o processo de gestão e tratamento;
- Assim, poderá ser necessário ajustar o teor de MS antes ou durante o processo de tratamento

## Características dos efluentes - físicas



Agricultural Waste Management Systems  
Part 651 Agricultural Waste Management Field Handbook  
Chapter 9

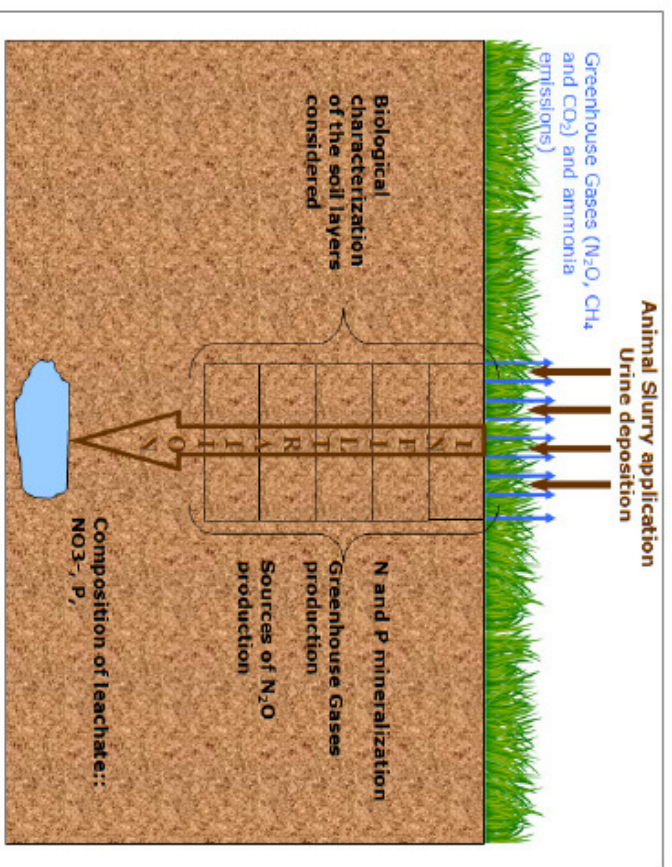
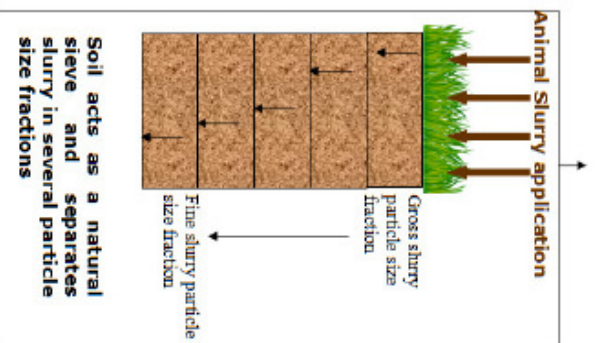
## Características dos efluentes - físicas

### ❖ Sólidos Totais (ST)

- ✓ Tudo o que não é água!
- ✓ Secagem das amostras à 105°C
- ❖ ST = sólidos voláteis + cinzas
- ✓ Sólidos voláteis (correlação com matéria orgânica)
- ✓ Calcinação da amostra à 600°C

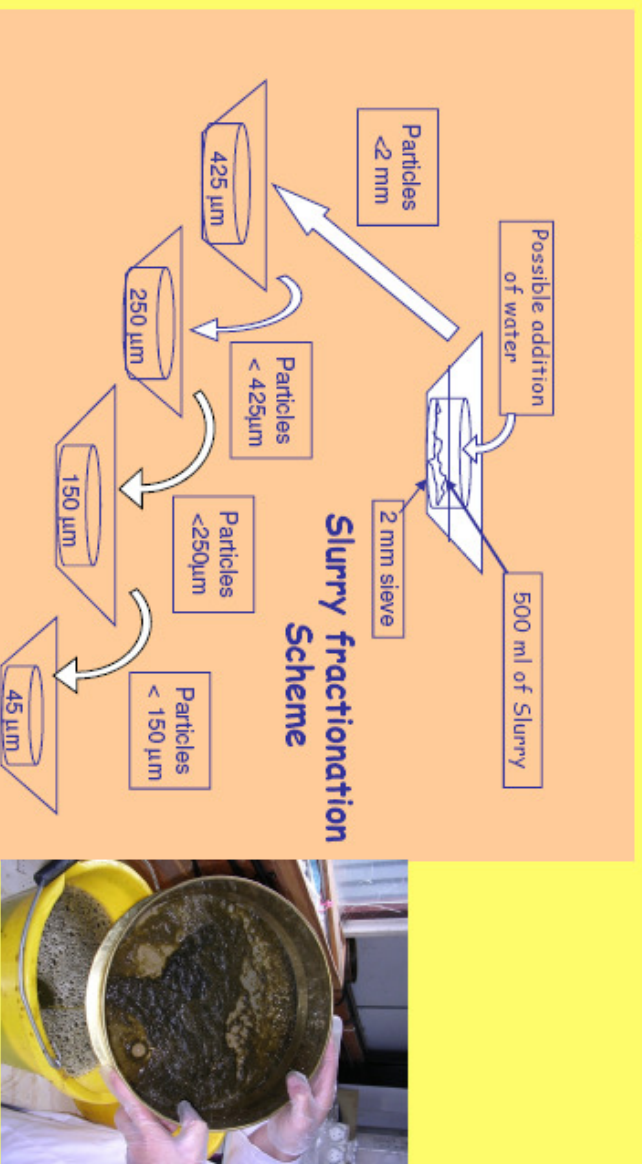
# Características dos efluentes - físicas

## Tamanho das partículas



# Características dos efluentes - físicas

## Tamanho das partículas



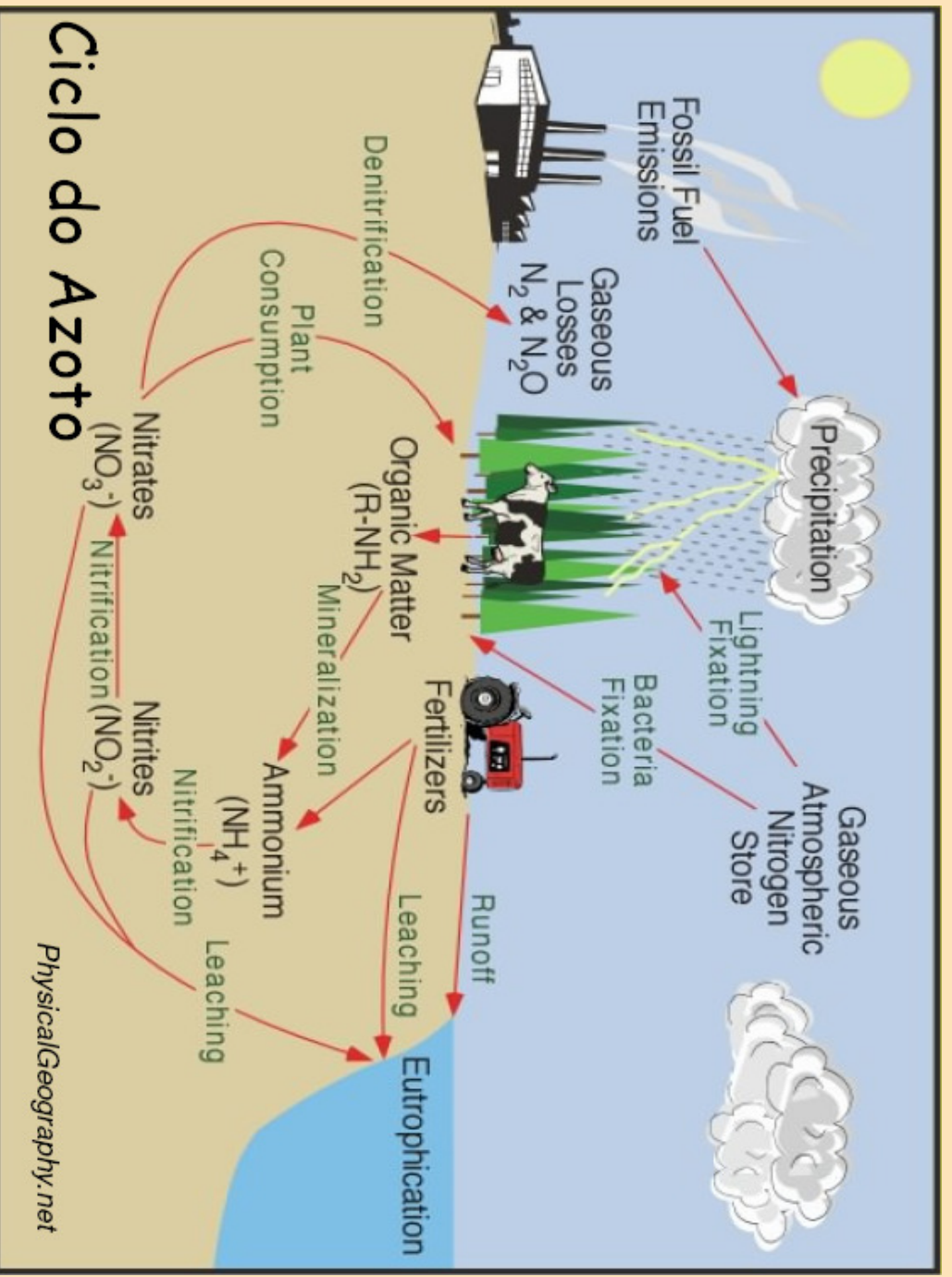
## Características dos efluentes - químicas

### Azoto

5-45% do azoto da proteína vegetal é transformado em azoto de proteína animal: **55-95% do azoto encontra-se assim no efluente final** (urina e fezes) na forma orgânica;

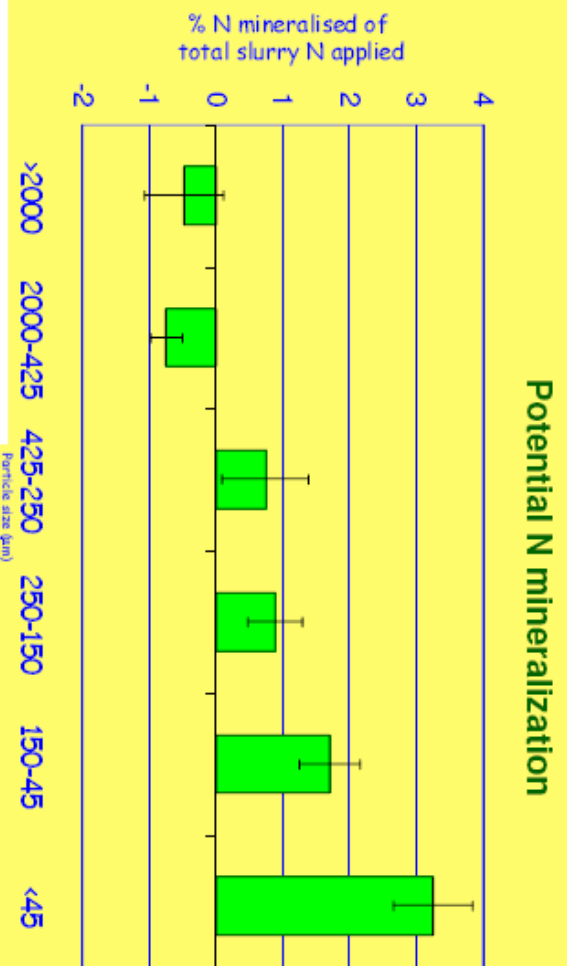
- ❖ Imediatamente a seguir a excreção, uma grande parte do N orgânico é convertido a  $\text{NH}_4^+$
- ❖ Cerca de 70% do azoto do chorume está dissolvido e presente na forma  $\text{NH}_4^+$
- ❖ Parte desse azoto pode ser perdido por volatilização do  $\text{NH}_3$

**N total = N orgânico + N mineral ( $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{NO}_3^-$ ;  $\text{NH}_3$ )**



## Características dos efluentes - físicas

### Tamanho das partículas



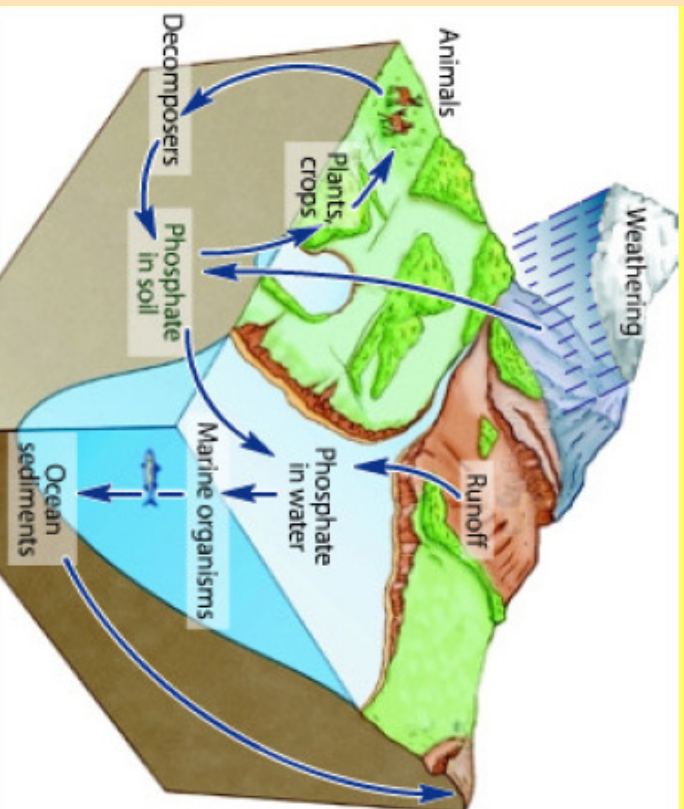
## Características dos efluentes - químicas

### Fósforo

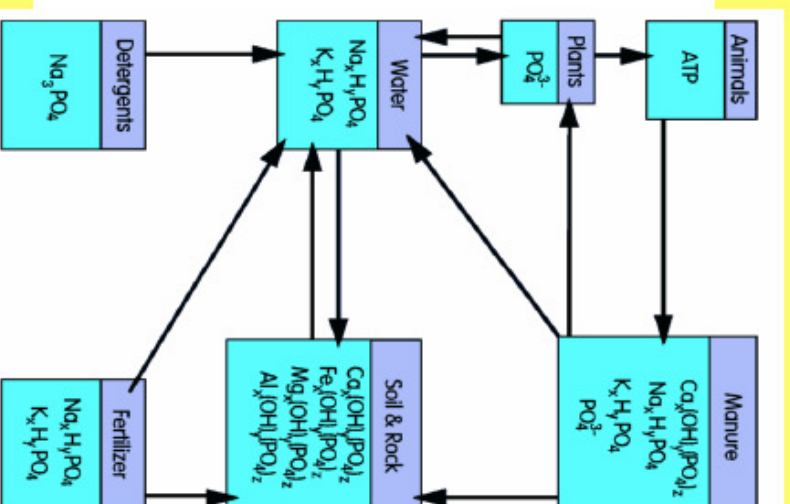
❖ O fósforo é fornecido pelas plantas mas também pode ser adicionado a dieta com aditivos na forma de fosfato.

❖ Os bovinos utilizam de forma muito eficiente o P mas os suínos não são tão eficientes e excretam cerca de 50-60% do P ingerido.

# Ciclo do fósforo



Cain, et al., Discover Biology, Third Edition,  
W. W. Norton & Co. © 2006 W. W. Norton & Co.



Alken Murray  
Corp.

## Caracterisitas dos efluentes - químicas

Parameter	Units*	Animal Type <sup>1</sup>									
		Dairy	Beef	Veal	Swine	Sheep	Goat	Horse	Layer	Broiler	Turkey
Volatile solids	kg	std. deviation	2.7	2.6	2.1	6.3	3.5	1.0	4.4	4.3	1.4
		mean	10	7.2	2.3	8.5	9.2	**	10	12	17
Biochemical oxygen demand, 5-day	kg	std. deviation	0.79	0.57	**	0.66	0.31	**	3.7	0.84	1.2
		mean	1.6	1.6	1.7	3.1	1.2	**	1.7	3.3	**
Chemical oxygen demand	kg	std. deviation	0.48	0.75	**	0.72	0.47	**	0.23	0.91	**
		mean	11	7.8	5.3	8.4	11	**	**	11	16
pH		std. deviation	2.4	2.7	**	3.7	2.5	**	**	2.7	1.8
		mean	7.0	7.0	8.1	7.5	**	**	7.2	6.9	**
Total Kjeldahl nitrogen <sup>1</sup>	kg	std. deviation	0.45	0.34	**	0.57	**	**	**	0.56	**
		mean	0.45	0.34	0.27	0.52	0.42	0.45	0.30	0.84	1.1
Ammonia nitrogen	kg	std. deviation	0.096	0.073	0.045	0.21	0.11	0.12	0.083	0.22	0.24
		mean	0.079	0.086	0.12	0.29	**	**	**	0.21	**
Total phosphorus	kg	std. deviation	0.083	0.052	0.016	0.10	**	**	**	0.18	**
		mean	0.094	0.092	0.066	0.18	0.067	0.11	0.071	0.30	0.30
Orthophosphorus	kg	std. deviation	0.024	0.027	0.011	0.10	0.030	0.016	0.026	0.081	0.053
		mean	0.031	0.030	**	0.12	0.032	**	0.019	0.052	**
		std. deviation	0.005 6	**	**	**	0.014	**	0.007 1	0.016	**

## Características dos efluentes - químicas

Parameter	Units*	Dairy	Beef	Veal	Swine	Sheep	Goat	Horse	Layer	Broiler	Turkey	Duck
Potassium	kg	mean std. deviation 0.29 0.094	0.21 0.061	0.28 0.10	0.29 0.16	0.32 0.11	0.31 0.14	0.25 0.091	0.30 0.072	0.40 0.064	0.24 0.080	0.71 0.34
Calcium	kg	mean std. deviation 0.16 0.060	0.14 0.059	0.059 0.18	0.33 0.16	0.28 0.15	** **	0.29 0.11	1.3 0.57	0.41 **	0.63 0.34	** **
Magnesium	kg	mean std. deviation 0.071 0.016	0.049 0.015	0.033 0.023	0.070 0.035	0.072 0.047	** **	0.057 0.016	0.14 0.042	0.15 **	0.073 0.0071	** **
Sulfur	kg	mean std. deviation 0.051 0.010	0.045 0.0052	** **	0.076 0.040	0.055 0.043	** **	0.044 0.022	0.14 0.086	0.085 **	** **	** **
Sodium	kg	mean std. deviation 0.052 0.026	0.030 0.023	0.086 0.063	0.067 0.052	0.079 0.027	** **	0.036 **	0.10 0.051	0.15 **	0.065 0.012	** **
Chloride	kg	mean std. deviation 0.13 0.039	** **	** **	0.26 0.052	0.039 **	** **	** **	0.50 0.44	** **	** **	** **
Iron	g	mean std. deviation 12 6.5	7.8 5.9	0.33 **	16 9.7	8.1 3.2	** **	16 8.1	60 49	** **	75 28	** **
Manganese	g	mean std. deviation 1.9 0.75	1.2 0.51	** **	1.9 0.74	1.4 1.5	** **	2.8 2.1	6.1 2.2	** **	2.4 0.33	** **
Boron	g	mean std. deviation 0.71 0.35	0.60 0.064	** **	3.1 0.95	0.61 0.30	** **	1.2 0.48	1.8 1.7	** **	** **	** **
Molybdenum	g	mean std. deviation 0.074 0.012	0.042 **	** **	0.028 0.030	0.25 0.38	** **	0.083 0.033	0.30 0.057	** **	** **	** **
Zinc	g	mean std. deviation 1.6 0.65	1.1 0.43	1.3 **	5.0 2.5	1.6 1.0	** **	2.2 2.1	19 33	3.6 **	15 12	** **
Copper	g	mean std. deviation 0.45 0.14	0.31 0.12	0.048 **	1.2 0.94	0.22 0.066	** **	0.53 0.39	0.83 0.94	0.98 **	0.71 0.10	** **
Cadmium	g	mean std. deviation 0.0030 **	** **	** **	0.027 0.026	0.0072 **	** **	0.0051 **	0.036 0.032	** **	** **	** **
Nickel	g	mean std. deviation 0.26 **	** **	** **	** **	** **	** **	0.62 **	0.25 **	** **	** **	** **
Lead	g	mean std. deviation ** **	** **	** **	0.064 0.012	0.064 **	** **	** **	0.74 **	** **	** **	** **

AAVE (standardized 200)

## Características dos efluentes - químicas

- ❖ A características químicas dos efluentes dependem das espécies e principalmente das dietas:
  - Ruminantes versus monogástricos
  - Vacas leiteiras necessitam de alimentos energéticos
  - Galinhas poedeiras precisam de mais minerais
- ❖ Misturas orgânicas complexas: a maioria dos elementos encontra-se na forma complexada ou ligado a ligandos orgânicos

## Características dos efluentes - químicas

### Problema de chorume!

- Requisitos das plantas: N:P:K = 3:1:2
- Estrume/chorume de vaca: N:P:K = 1:1:2
  - ✓ Cumprindo os requisitos em N: aplica excesso de P
  - ✓ Cumprindo os requisitos de P: deve aplicar N mineral

## Características dos efluentes - químicas

- Carência bioquímica de oxigénio (CBO<sub>5</sub>):
  - Massa de oxigénio consumido pelos microorganismos aeróbios para oxidar substâncias orgânicas em 5 dias
  - Indicativo do impacto do efluente no meio receptor natural

- Valor expresso em mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>
- Determinação do O<sub>2</sub> consumido em 5-d numa amostra de efluente diluída com água saturada em O<sub>2</sub>, à qual se juntam nutrientes e microorganismos, sendo esta colocada na obscuridade durante 5-d a 20 °C
- A CBO<sub>5</sub> é um parte do CQO

- **Carência Química de oxigénio (CQO)**
  - Oxigenio necessário para degradar compostos químicos no efluente
  - Indicativo da quantidade de matéria orgânica susceptível de ser oxidada por meios químicos
- **Valor expresso em mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>**
- **Corresponde á quantidade total de oxigénio necessária para oxidadar a matéria orgânica e mineral presentes no efluente**
- **Determinação assenta na oxidação a quente por um excesso de dicromato de potássio em meio ácido e em presença de sulfato de prata e sulfato de mercúrio**
- **Quantificação é feita posteriormente por método calorimétrico com auxílio de um espectrofotómetro**

### Caracterisitas dos efluentes -biológicas

- **Bactérias**
  - E. Coli
    - Resistente até 6 meses e viavel no solo
    - Menor resistencia a superficie da fossa
- **Antibióticos**
  - Pode entrar no meio natural quando ocorrem escorrência superficiais
- Os animais não degradam estes compostos.
  - São excretados na urina
  - Problema de contaminação das águas e solos

# Características dos efluentes - biológicas

		Animal Type <sup>†</sup>										
Parameter	Units*	Dairy	Beef	Veal	Swine	Sheep	Goat	Horse	Layer	Broiler	Turkey	Duck
Total coliform	colonies <sup>‡</sup>	mean	1 100	63	**	45	20	**	490	110	**	**
		std. deviation	2 800	59	**	33	26	**	490	100	**	**
bacteria												
Fecal coliform	colonies	mean	16	28	**	18	45	**	0.052	7.5	**	1.4
		std. deviation	28	27	**	12	27	**	0.029	2.0	**	**
bacteria												
Fecal streptococcus	colonies	mean	92	31	**	520	62	**	58	16	**	**
		std. deviation	140	45	**	290	73	**	59	7.2	**	**
bacteria												

ASAE STANDARDS 2003

Teores de macronutrientes principais e outras características dos excrementos (fezes e urina) gerados diariamente por 500 kg de peso vivo de algumas espécies pecuárias, reportados à matéria fresca

ESPÉCIE. PECUÁRIA	VALORES APROXIMADOS (kg/dia/500 kg de peso vivo)						
	MAT. ORG.	COO <sup>†</sup>	CBOS <sup>**</sup>	II	P205	K20	REL.C/II
Vacas leiteiras	4,30	4,45	0,80	0,23	0,07	0,16	10
Bovinos de engorda (a)	3,02	3,05	0,68	0,15	0,11	0,14	11
Bovino de engorda (b)	3,20	3,00	0,65	0,15	0,11	0,12	10
Leitões (c)	4,40	4,90	1,70	0,30	0,30	0,20	8
Porcos de engorda (d)	2,70	3,03	1,04	0,21	0,18	0,13	7
Porcas reprodutoras	1,07	1,19	0,41	0,10	0,07	0,07	6
Varrascos	0,90	0,69	0,33	0,07	0,07	0,60	6
Ovelhas	4,15	5,50	0,50	0,23	0,07	0,18	10
Galinhas poedeiras	5,40	6,85	1,85	0,41	0,34	0,20	7
Frangos	7,50	9,50	2,55	0,55	0,39	0,28	8
Perus	4,85	6,15	1,65	0,37	0,32	0,17	7
Cavalos	4,67			0,14	0,07	0,11	19

\*: carência química de oxigênio; \*\*: carência bioquímica de oxigênio; (a): pesando entre 350 kg e 500 kg; (b): pesando entre 200 kg e 350 kg; (c): com peso até 15 kg; (d): com peso entre 15 kg e 100 kg. Adaptado de [USDA \(1992\)](#).

Tabela 6 - Características médias dos efluentes das suiniculturas (HIDROPROJECTO, 2008)

Parâmetro	Valor médio (mg/l)	Capitação (g/animal.dia)	Parâmetro	Valor médio (mg/l)	Capitação (g/animal.dia)
pH	7,72 (-)	-	SSV	10.490	105
CBO <sub>5</sub>	10.293	103	N <sub>total</sub>	2.380	39
CQO	37.400	374	N-NH <sub>4</sub>	2.193	22
CBO <sub>5</sub> solúvel	5.515	55	P-PO <sub>4</sub>	963	9
CQO solúvel	15.033	150	K	1.737	17
ST	18.572	186	Na	395	4
SV	12.176	122	Cu	70	0,7
SST	13.282	133	Zn	26	0,26

Composição média dos chorumes brutos de explorações de bovinicultura.

Parâmetros (Svoboda, 1995)	Valor (g L <sup>-1</sup> )	Microflora (Guillet, 1989)	10 <sup>5</sup> animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>
Sólidos totais	100	Coliformes totais	2400
Sólidos voláteis	85	Coliformes fecais	2400
Sólidos suspensos	84	Enterococcus	420
CQO	140	Streptococi	150
CBO <sub>5</sub>	23	E. Coli	3
Azoto total	4	Anaeróbios	500
Azoto orgânico	3	Aeróbios	100
Azoto amoniacal	1	Salmonelas	presença
Fosfato	2		
Potássio	5		

Normas de descarga de águas residuais em meio hídrico  
(DL n.º236/98 de 1 de Agosto)

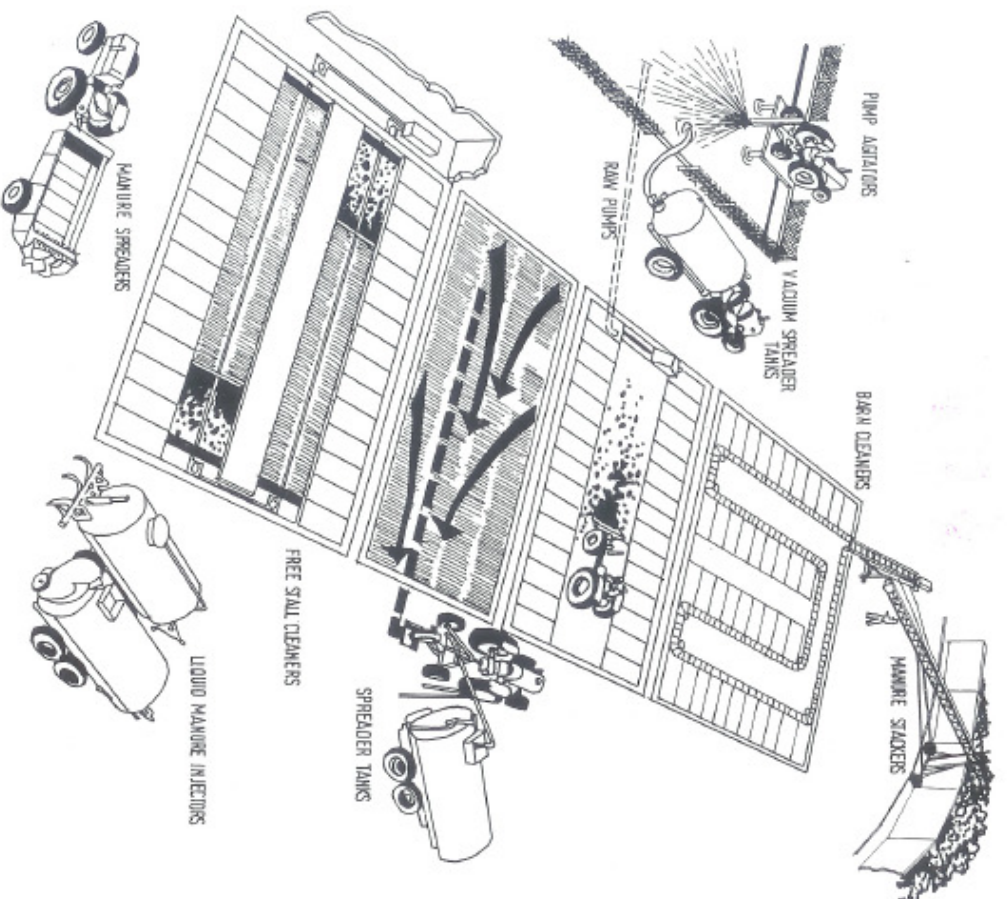
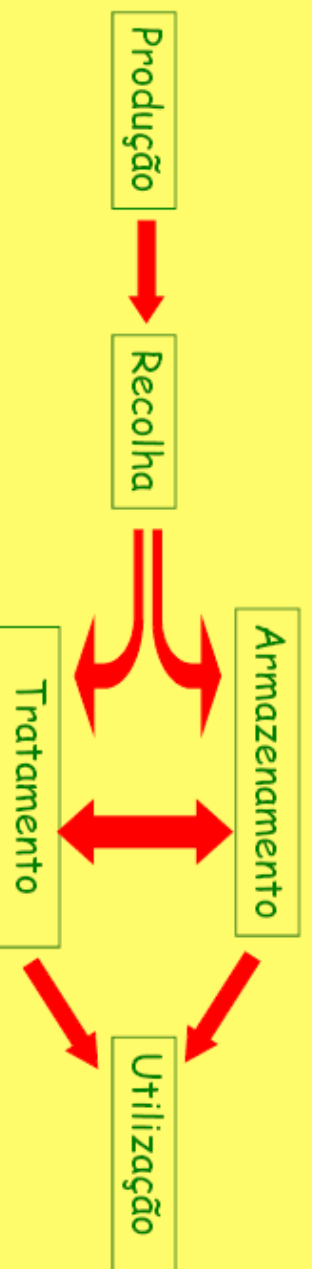
- \* pH 6-9
- \* CBO<sub>5</sub> 40 mg/L
- \* CQO 150 mg/L
- \* SST 60 mg/L
- \* Azoto 15 mg/L
- \* Fósforo 10 mg/L
- \* ...



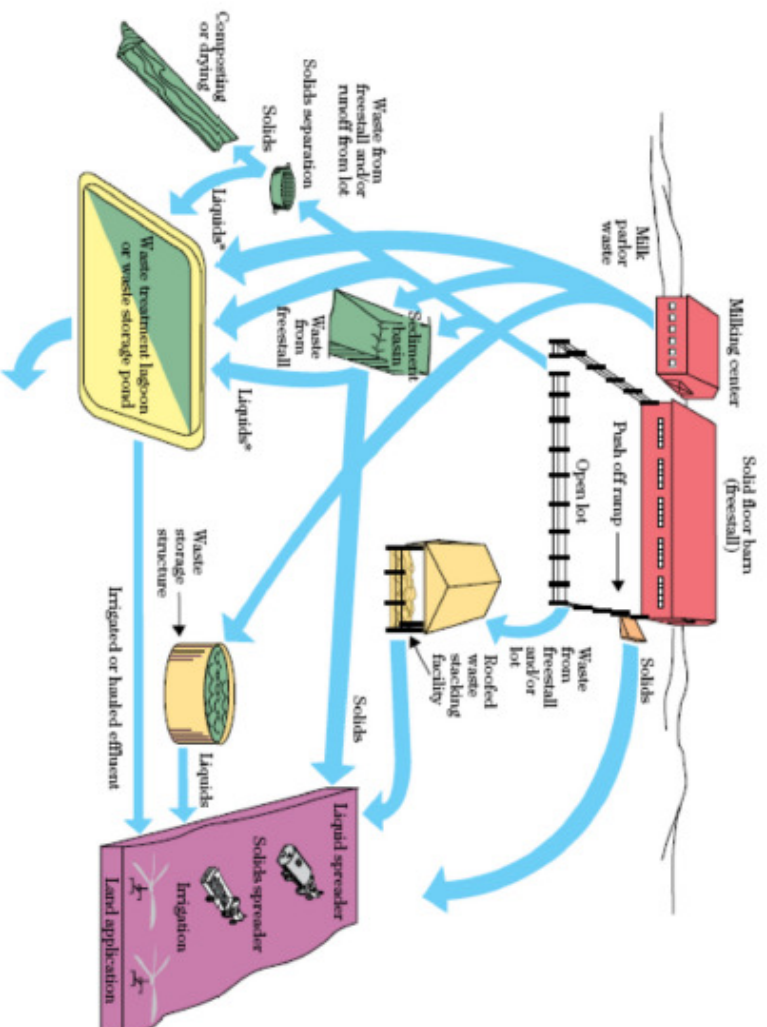
# Sistemas de gestão de efluentes pecuários

## Introdução

- Uma gestão eficiente deve considerar todas as etapas do processo:
  - Como e quando são produzidos os efluentes?
  - Como são armazenados?
  - Qual o seu destino final?



# Introdução



\*Liquids from lot runoff discharged to waste storage pond only

Agricultural Waste Management Systems  
Part 651 Agricultural Waste Management Field Handbook  
Chapter 9

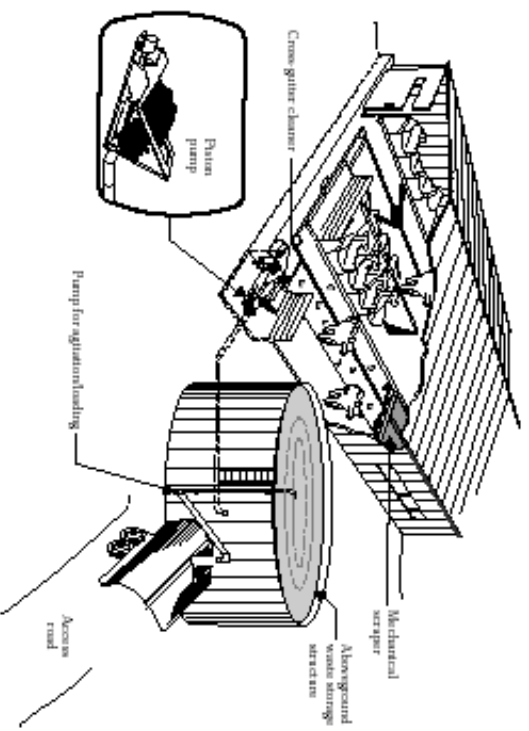
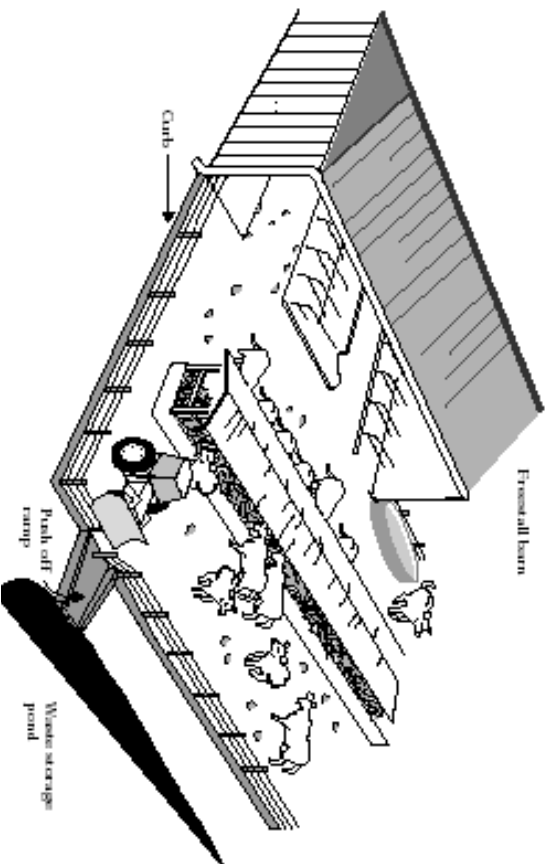


Figure 9.7 Storage facilities

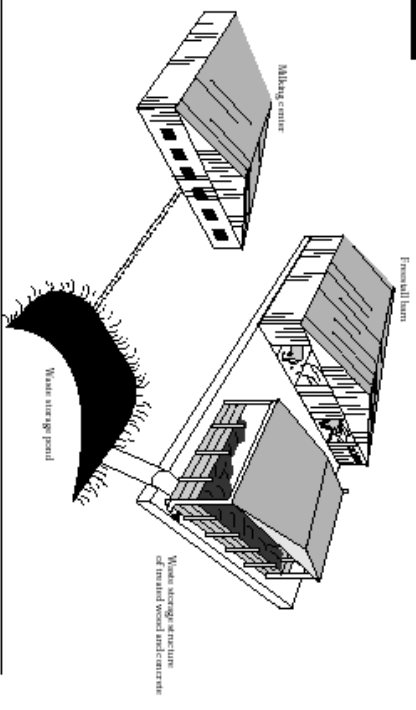


Figure 9.9 Feedlot barn with flushing alleyway and irrigation system

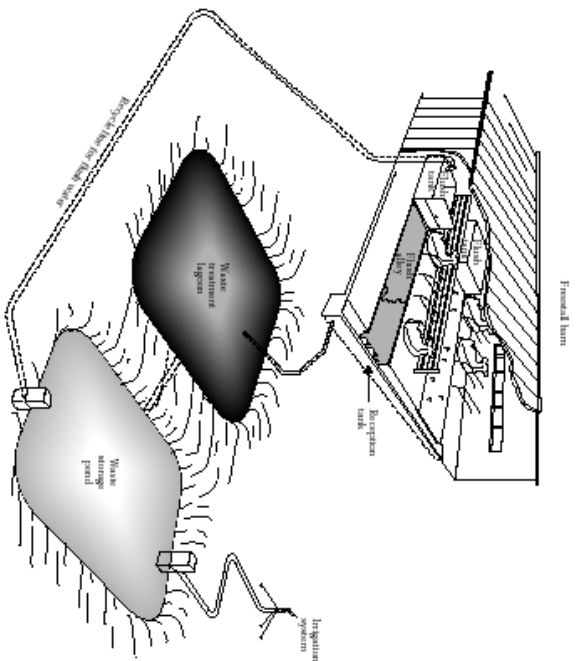


Figure 9.8 Tank wagon used to spread liquid wastes from below ground storage structure

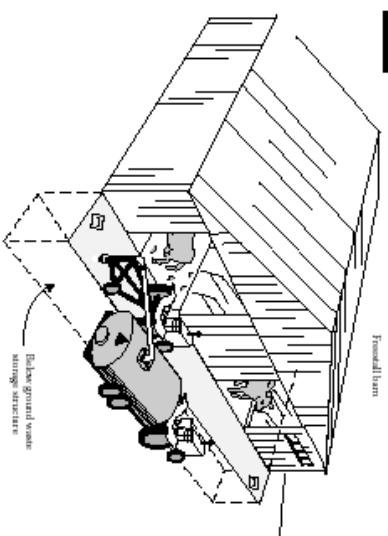


Figure 9.10 Waste handling options—best

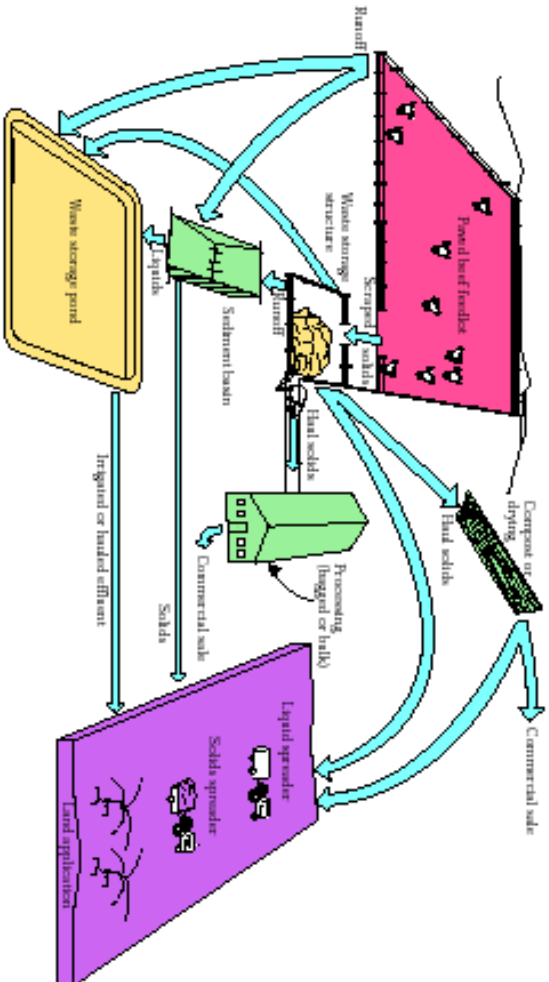
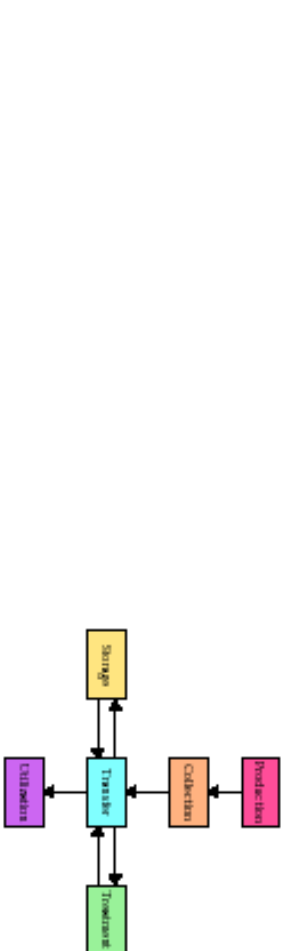


Figure 9-11 Waste collection from an improved beef feedlot

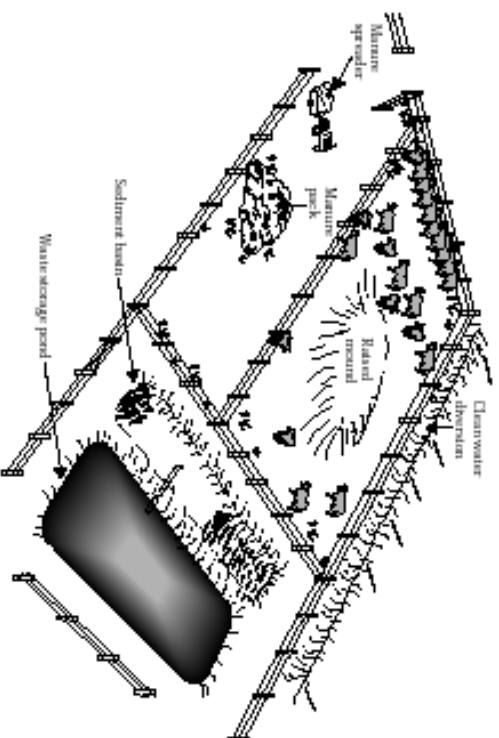


Figure 9-12 Storage facilities for wastes from pond feedlot in high precipitation area

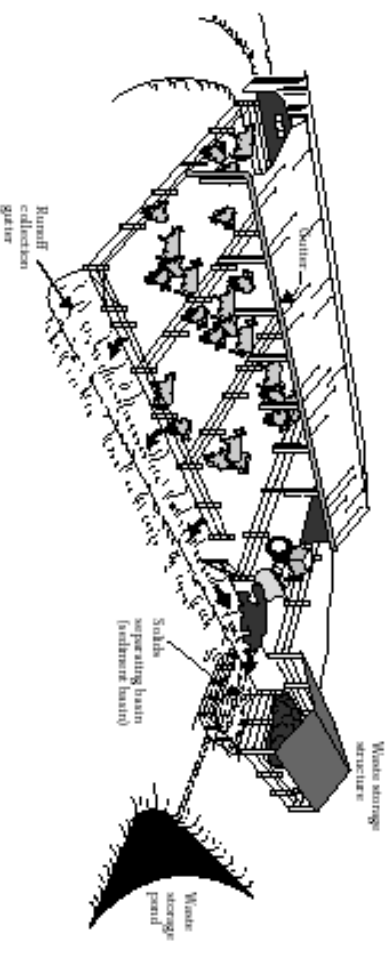


Figure 9-24 Waste handling options—sheep

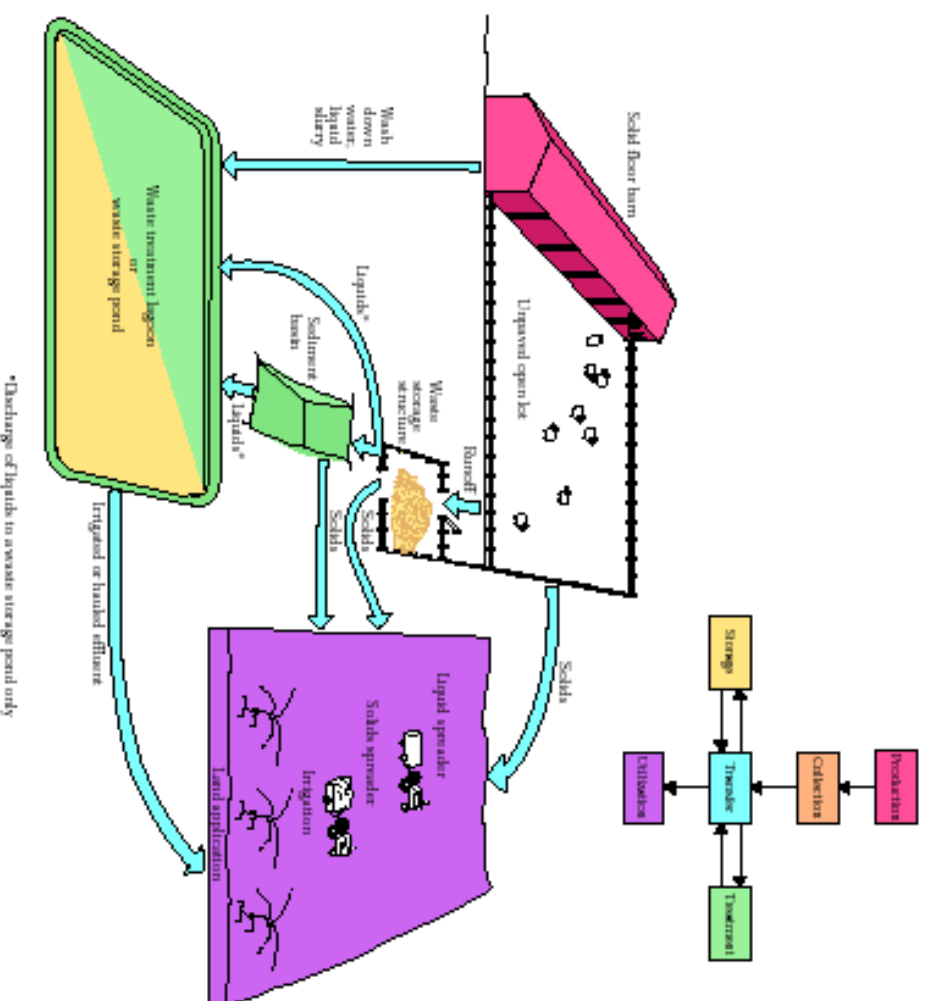


Figure 9.13 Waste handling options—swine

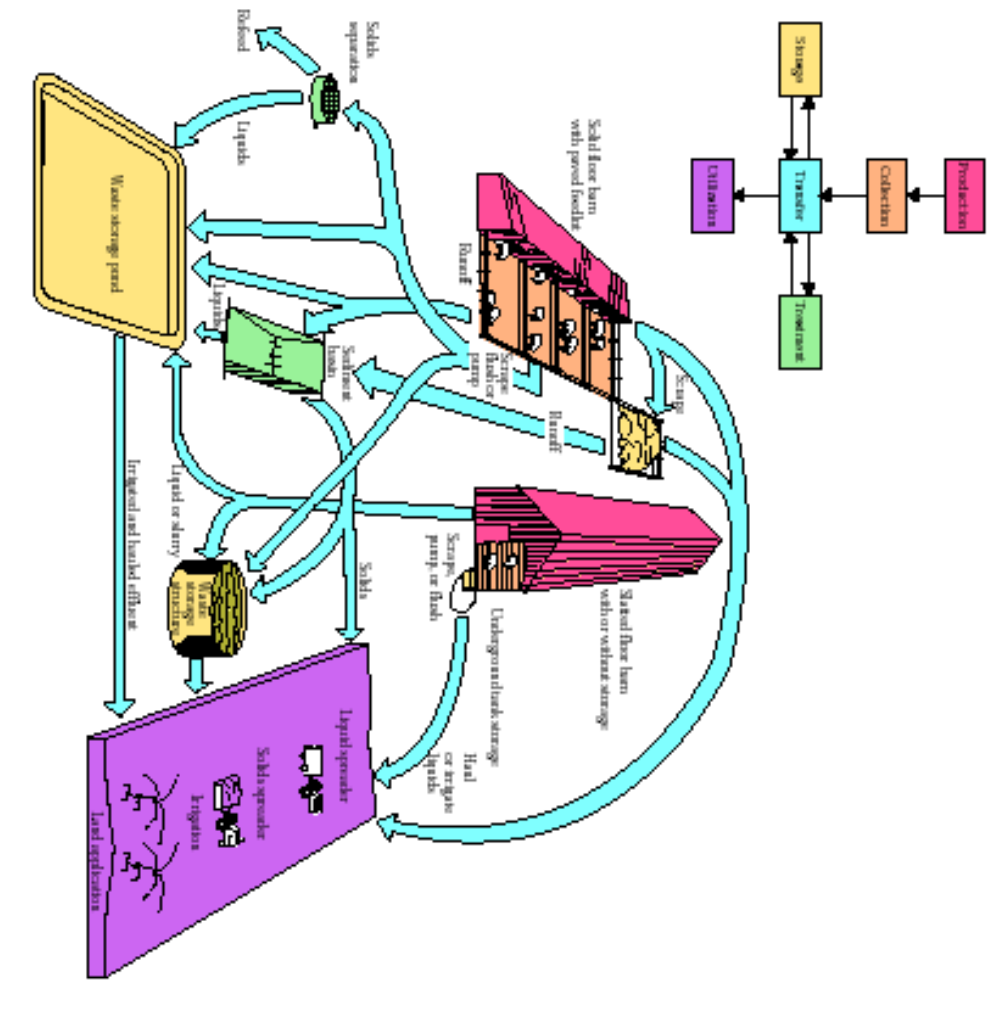


Figure 9.14 Roof control

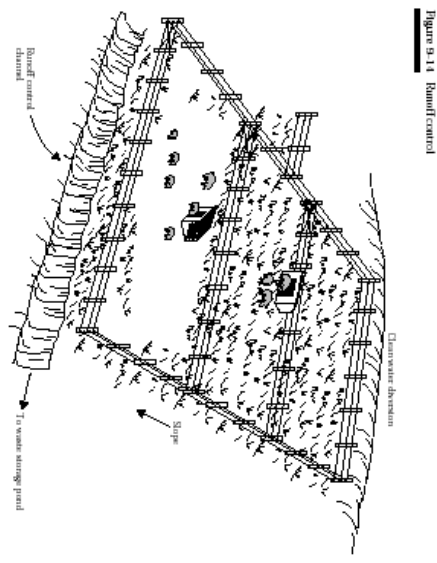


Figure 9.15 Manure scraped and hauled as a solid on pond for operation

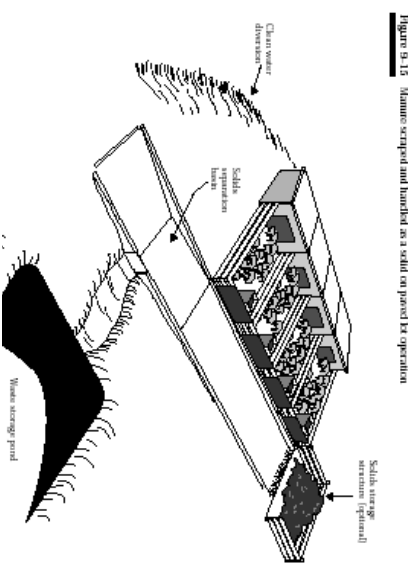


Figure 9.16 Two-stage aerobic lagoon system for treatment of waste flushed from sowing building

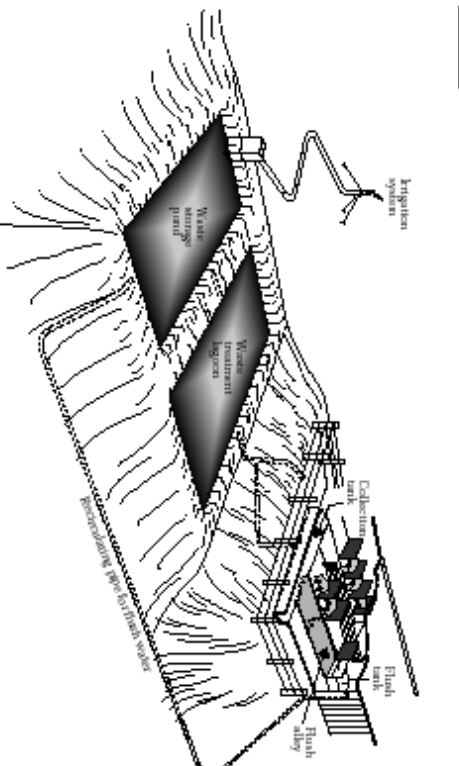


Figure 9.19 Waste handling options—poultry

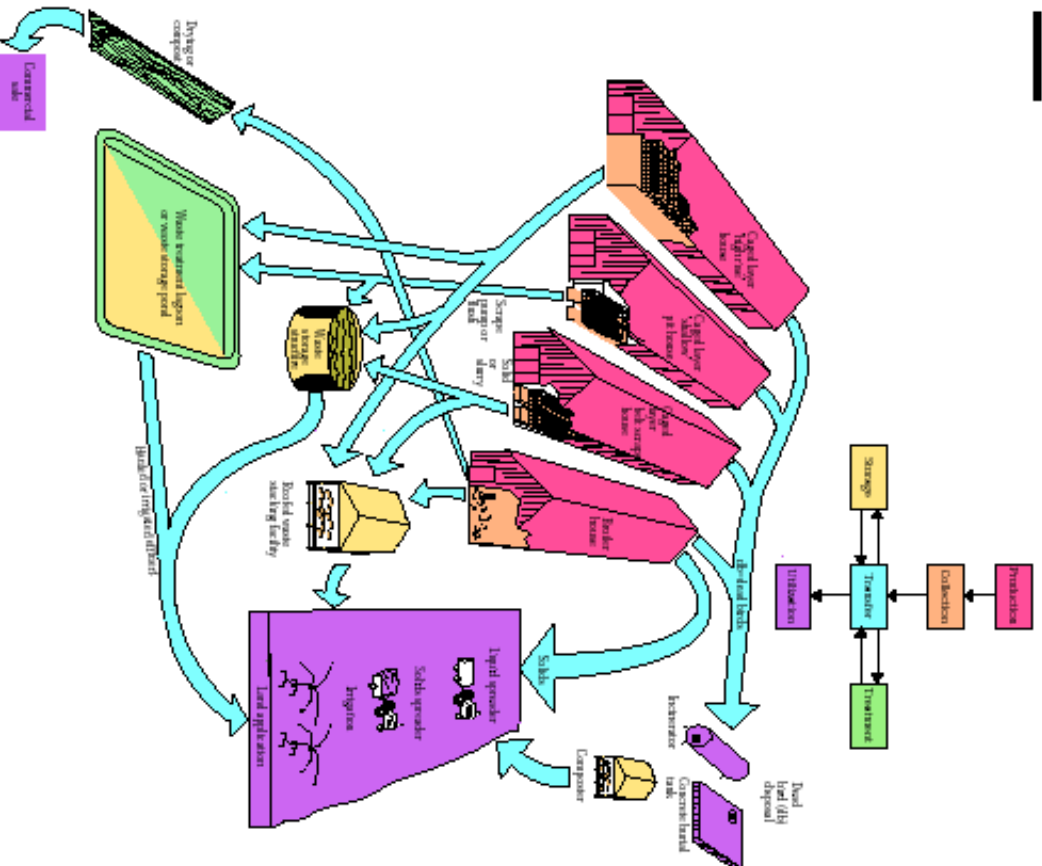


Figure 9.20 Litter system for broilers and turkeys

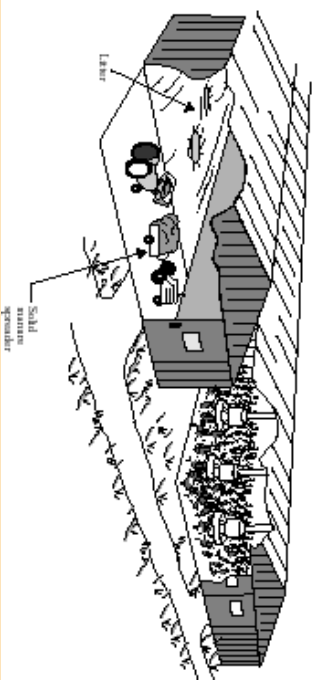


Figure 9.21 Manure accumulates under cages in high-rise house for broilers

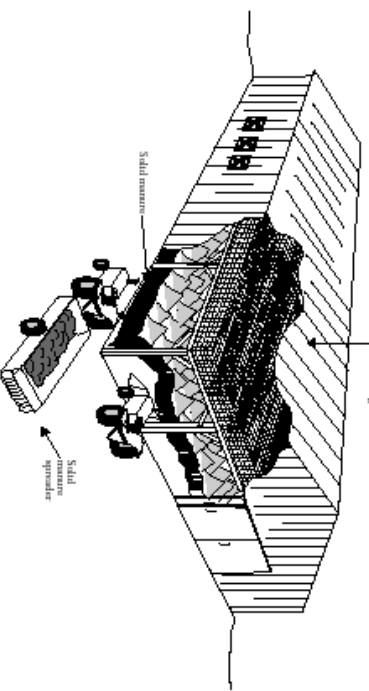


Figure 9.22 Litter from poultry operations may be stored on the floor of the facility and scraped after several cycles of flush

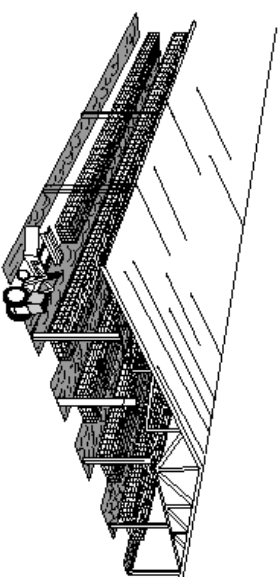


Figure 9.23 Solid waste may be scraped regularly (possibly by mechanical scrapers) from facility for transport to the field

