



Plano de Gerenciamento Regional de Utilização Agrícola de Dejetos Suínos

Condicionante 20 da Licença Prévia 114556 de 08/08/2016 da
FRIMESA Cooperativa Central – Assis Chateaubriand – PR.

Responsável Técnico:

Marco Antonio Santos

Engenheiro Agrônomo, Especialista em
Gestão Ambiental Agroindustrial.

CREA SC 29.076-2

10 de janeiro de 2017

Plano de Gerenciamento Regional da
Utilização de Dejetos Suínos
UFA FRIMESA – Assis Chateaubriand – PR.

Índice

1. INTRODUÇÃO	4
1.2 Objetivo Geral	5
1.3 Objetivos Específicos	5
2. O PROJETO DE EXPANSÃO DA SUINOCULTURA NO OESTE DO PARANÁ PARA ATENDIMENTO DA UNIDADE INDUSTRIAL DA FRIMESA EM ASSIS CHATEAUBRIAND.....	5
2.1 – Dimensionamento do Plantel	6
2.2 – Critérios Ambientais para seleção de produtores de suínos.....	7
2.3 Indicadores Técnicos da produção	8
2.3.1 Consumo de água e produção de dejetos	8
2.3.2 Geração de Nutriente.....	8
2.4 Dimensionamento do Plantel	11
2.4.1 Necessidade de área agrícola para UPL - 1500 fêmeas - desmamados 6 kg - 1500 fêmeas	12
2.4.2 Necessidade de área agrícola para terminação - 1500 suínos - 23 a 125 kg.....	12
2.4.3 Necessidade de área agrícola para creche - 2850 leitões - 6 a 23 kg	13
2.5 Necessidade Total de área agrícola para implantação do projeto.....	13
2.6 Área e aplicação dos dejetos.....	14
2.7 Época de Aplicação.....	15
2.8 Aspectos Locacionais.....	15
3. SISTEMA DE TRATAMENTO DE DEJETOS.....	16
3.1 Esterqueira – Lagoas	16
3.2 Biodigestor	17
3.3 Compostagem	18
3.4 Sistemas de tratamento.....	19
3.4.1 Separação de sólidos + compostagem + disposição de efluente líquido	19
3.4.2 Separação de Sólidos (Concentração de Nutriente) + Biodigestor de Alta Taxa + Compostagem + Disposição de Efluente Líquido	20
4. SISTEMA PARA TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUO ORGÂNICO DE PARIÇÃO E MORTALIDADES.....	21
5. DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SAÚDE.....	22
6. DISPOSIÇÃO DE DEJETOS NO SOLO	23
6.1 – Taxa de aplicação	23
7. MONITORAMENTO.....	26
7.1 – Amostras para Monitoramento.....	29
7.1.1 – Periodicidade	29
7.1.2 - Número de Amostras.....	29
8. MEDIDAS DE FOMENTO PARA PROMOÇÃO DO USO DE TECNOLOGIAS EFICIENTES AMBIENTALMENTE....	29
9. REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

Frente ao contexto mundial, temos um crescente aumento na demanda por alimentos de origem animal e vegetal, o qual está trazendo uma expansão no setor agropecuário em busca do alcance dessas metas. O estado do Paraná foi responsável pelo abate de 4,043 milhões de cabeças de suínos no primeiro semestre em 2016, representando 20,71% do abate nacional (IBGE, 2016).

Os dejetos suínos são grandes fontes de nutrientes, tais como nitrogênio, fósforo e potássio (N, P₂O₅ e K₂O), porém sua composição é variável e influenciada por vários fatores como a raça, a idade, a alimentação, o material usado como cama, o tratamento dado à matéria-prima-esterco e outros (TEDESCO et al. 2008). Tal constituição permite o seu emprego como fertilizante agrícola. Porém, no geral, as propriedades possuem pequenas extensões de terras e raramente os dejetos são adicionados em doses inferiores à capacidade de retenção do solo; assim sendo, passam de fertilizantes a poluentes ambientais (GATIBONI et al., 2008).

Os cuidados com a poluição provocada pelo manejo inadequado dos dejetos, independente do sistema de criação ou do tipo de criatório, cresce em importância a cada dia, quer seja por uma maior consciência ambiental dos produtores ou pelo aumento das exigências dos órgãos fiscalizadores e pela sociedade em geral. Scherer et al. (1995) constataram que a utilização dos dejetos de suínos na adubação das culturas é a alternativa mais indicada para reciclagem dos resíduos orgânicos com reduzidos riscos de poluição, desde que mantidas as quantidades preconizadas pela legislação, que em alguns estados da federação como Mato Grosso e Santa Catarina, está limitada à capacidade de extração das culturas (IN-11, 2014 – FATMA- SC).

Quantidades superiores às necessidades das plantas podem causar poluição do lençol freático, principalmente, pela lixiviação de nitratos (BASSO et al., 2005); entretanto esse controle e monitoramento é bastante difícil, oneroso e de baixa eficiência, em função da mobilidade do nitrogênio. Sabe-se, entretanto, que a aplicação superficial de dejetos suínos, sem incorporação ao solo, em áreas com cobertura vegetal, pode acarretar perdas significativas de N-amoniaco por volatilização, reduzindo a eficiência da adubação nitrogenada.

Atualmente, existem muitos dados sobre a utilização de dejetos animais na agricultura com resposta positiva das plantas, podendo os mesmos serem considerados fertilizantes de baixo custo em virtude da disponibilidade destes nas propriedades produtoras de animais.

Gatiboni, 2014 definiu uma curva de limites de níveis de fósforo para solos, os quais garantem um eficiente controle e monitoramento das quantidades aplicadas de dejetos suínos e sua acumulação no solo. Desta forma, busca-se atingir o máximo de eficiência na utilização de dejetos suínos na adubação de culturas e garantia ambiental, visando a seguridade ambiental no que diz respeito aos níveis utilizados, minimizando possíveis problemas ao meio ambiente.

O uso destes dejetos na agricultura como biofertilizantes possui grande aceitação pelos agricultores, haja vista que os mesmos podem aliar a produção de carne com a produção de grãos, aonde os dejetos vêm a substituir, em determinados casos, totalmente o uso de fertilizantes químicos baixando os custos de produção (Scherer et al., 1996). Contudo, sua aplicação em excesso ou sem cuidados, contribui para a poluição do meio ambiente.

Sabe-se, no entanto, que a concentração de sólidos e de nutrientes nos dejetos variam significativamente entre: os sistemas de produção, os sistemas de manejo dos dejetos e as unidades de produ-

ção. A composição dos dejetos de suínos, segundo Mattias, 2006 está relacionada com a composição da ração fornecida aos animais.

1.2 Objetivo Geral

Atendimento à condicionante 20 da Licença Prévia nº 114556 de 08/08/2016, concedida à FRIMESA – Cooperativa Central, com os seguintes itens:

Proposição de um Plano de utilização e gerenciamento dos dejetos suínos produzidos pelas unidades fornecedoras de Matéria-Prima à UFA-FRIMESA – Assis.

Proposição de sistemas de tratamento e disposição de dejetos suínos em substituição ao fertilizante mineral, reduzindo o custo de adubação das culturas, com a utilização e agregação de valor aos dejetos suínos, já conhecidos como fonte de nutrientes para culturas e pastagens.

Sistema adequado ambientalmente visando a minimização de contaminação e a preservação do meio ambiente.

1.3 Objetivos Específicos

- Definição da necessidade do número de granjas e tamanho de módulos para expansão da atividade da área de abrangência da Unidade Produtiva;
- Demonstração dos padrões de consumo de água, produção de dejetos e nutrientes, que servem de base para o plano de uso e gestão ambiental;
- Proposição de três sistemas de tratamento de dejetos que levam em consideração a demanda de nutrientes das culturas e a oferta de nutrientes via dejetos de suínos, visando a substituição total ou parcial da fertilização mineral;
- Definição do sistema de monitoramento ambiental baseado no nível de fósforo no solo, garantindo que o mesmo não atinja o Limite Crítico Ambiental no mesmo;
- Realizar a calibração dos solos do Paraná pelo sistema proposto por Gatiboni, 2014 para os solos do RS e SC, aos solos de abrangência do projeto da FRIMESA;
- Proposição de sistema para destinação de animais mortos e resíduos de parição;
- Proposição de sistema para destinação de Resíduos Sólidos de Saúde.

2. O PROJETO DE EXPANSÃO DA SUINOCULTURA NO OESTE DO PARANÁ PARA ATENDIMENTO DA UNIDADE INDUSTRIAL DA FRIMESA EM ASSIS CHATEAUBRIAND

O projeto contempla o abate de 15.000 suínos diários, a ser consolidado em 2030. Para atendimento desta demanda será necessário a ampliação do plantel de suínos atual, com a construção e adequação das granjas dos suinocultores cooperados associados às cooperativas filiadas à Frimesa Cooperativa Central, conforme já citado no Relatório Ambiental Preliminar de Dezembro/2015, elaborado pela Master Ambiental.

O projeto contempla, também, a entrada de novos produtores cooperados que não têm atividade de suinocultura ainda, mas que dispõem de área agrícola e necessitam de fertilizante para aumento e manutenção da produtividade das culturas e pastagens.

Este será o primeiro projeto no Brasil a garantir a Sustentabilidade do Sistema, pois está amparado

nos três pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico.

Nos tópicos seguintes serão apresentados os aspectos e impactos ambientais do processo, sendo estes uma das finalidades deste projeto.

Além disto, há que se destacar a busca da integração de suínos com a cadeia de grãos, considerando que o “resíduo” gerado em um sistema (produção de suínos) será utilizado como matéria-prima do outro sistema (cultivo de grãos), propiciando um ciclo fechado em virtude, como já comentado, da utilização dos dejetos suínos como fertilizante orgânico nas culturas e pastagens, em substituição à fertilização mineral.

2.1 – Dimensionamento do Plantel

Para o atendimento da demanda de animais para abate na Unidade de Assis está previsto um aumento do plantel junto às cooperativas, segundo a tabela abaixo, onde se utilizou granjas padrão como referência. O tamanho efetivo das granjas será definido pelas Cooperativas Singulares em conjunto com a FRIMESA, segundo o Plano de Controle Ambiental e o Programa Suíno Certificado FRIMESA, não sendo esta referência um fator de exclusão para novos produtores.

Sistema de produção	Nº de animais	Granja Padrão	Nº de Granjas
UPL	180.250	1.500	120
Creche	638.400	2.850	224
Terminação	1.619.800	1.400	1157

No Sistema Cooperativo há uma divisão de cotas onde cada Cooperativa singular, juntamente com seus integrados, tem uma participação na UFA FRIMESA - Assis (Cooperativa Central). As Cooperativas singulares serão responsáveis pelo fomento e fornecimento dos animais para o abate. Esta participação foi definida pelos cooperados e presidentes das Cooperativas e servem de base para a expansão da atividade, considerando o potencial econômico, interesse, aptidão e disponibilidade de área, além da aptidão e potencial de cada uma das Cooperativas.

Considerando as premissas acima citadas, a distribuição atual é a seguinte:

	Participação ind %	UPL	Creche	Terminação
COPACOL	18,37	28	38	231
COPAGRIL	28,55	47	90	424
C-VALE	17,57	19	28	155
LAR	24,43	26	46	227
PRIMATO	11,08	-	22	120
	100	120	224	1157

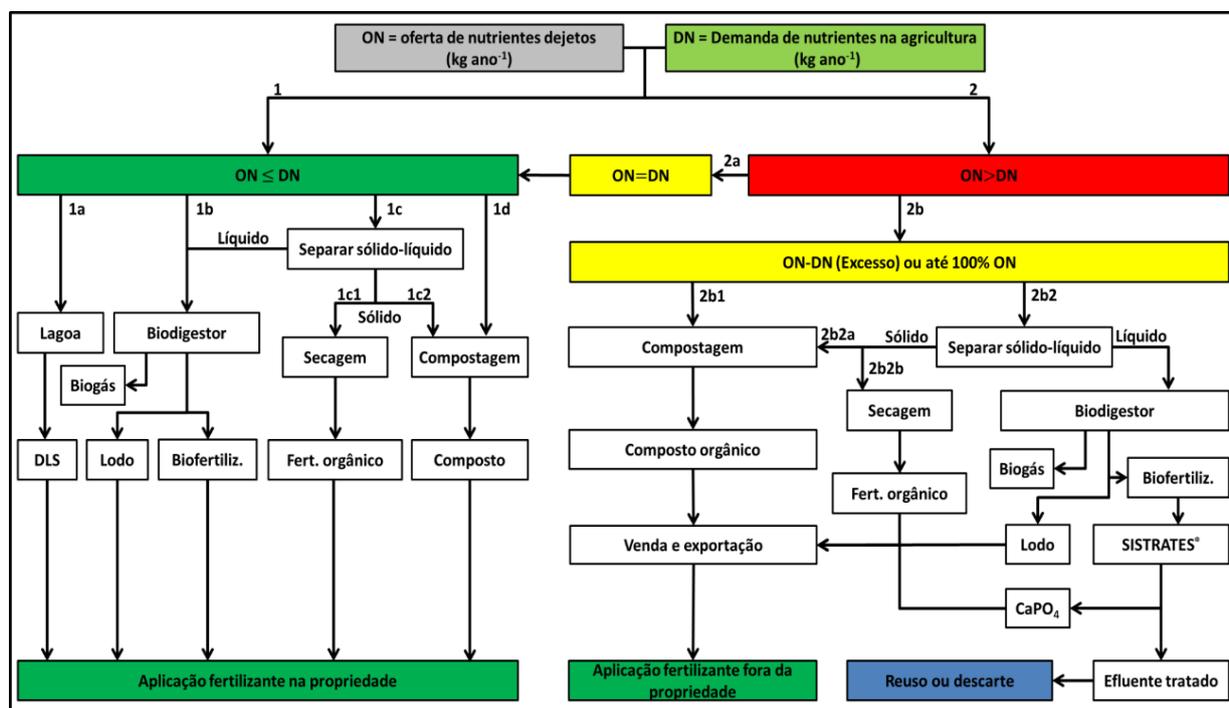
2.2 – Critérios Ambientais para seleção de produtores de suínos

O produtor, além de ser cooperado a uma das Cooperativas Singulares, deverá atender a matriz de tomada de decisão, onde se deve levar em consideração a Oferta de Nutriente (ON) proporcionada pela excreta dos suínos e a Demanda de Nutrientes (DN) das culturas onde será utilizado o fertilizante.

Preferencialmente, o cooperado deverá ter área própria para uso dos dejetos, pois o valor do fertilizante gera uma receita líquida, considerando o custo de distribuição que poderá ser agregado a sua renda. Estudos realizados pela EMS – Soluções Ambientais comprovam que um suíno terminado gera uma receita líquida de R\$ 7,00 por cabeça abatida, somente em valores de Nitrogênio e Fósforo, descontando-se o custo de distribuição.

Nas situações onde o produtor não tiver área agrícola suficiente, esta poderá ser obtida de terceiros, através de declaração ou termo de compromisso entre as partes, com firma reconhecida em cartório, que fica responsável por receber os dejetos líquidos da granja e aplicar em sua propriedade, conforme necessidade das culturas e recomendação técnica. As áreas de terceiros, bem como as áreas próprias que receberão dejetos suínos como fertilizante, deverão ser avaliadas e classificadas como de risco ambiental I, II, III, ou IV.

Figura 1: Matriz Tomara de Decisão - Definição de rota tecnológica



Como se pode observar na Matriz de Tomada de Decisão acima, na Coluna em verde, tem-se as opções de tecnologias disponíveis para as propriedades onde a Oferta de Nutrientes (ON) é menor ou igual à Demanda de Nutrientes (DN) das culturas.

Esta é a melhor situação para implantação de uma granja, pois os nutrientes gerados serão totalmente absorvidos pelas plantas e reciclados no sistema produtivo, não gerando risco de acúmulo

no meio ambiente e transferência para os recursos hídricos, itens estes que aliados ao baixo custo de tratamento, agregam valor à atividade produtiva.

Nesta opção pode-se utilizar lagoa de estabilização para o tratamento, onde o dejetos deve permanecer por um período mínimo de 40 dias e após poderá ser utilizado como fertilizante.

As demais opções tecnológicas serão descritas em itens específicos.

As Granjas contemplarão em seu projeto executivo sistema de manejo eficiente de água e baixa produção de dejetos, objetivando garantir os indicadores técnicos descritos abaixo.

2.3 Indicadores Técnicos da produção

2.3.1 Consumo de água e produção de dejetos

Estimativa de consumo de água e do volume total de dejetos em sistemas especializados

A estimativa do consumo de água e do volume total de dejetos deve ser calculada com base nas tabelas 01-A e 01-B.

Tabela 01-A - Volume diário de Consumo de Água (Litros/animal/dia) em sistemas especializados de produção de suínos.

Modelos de Sistema de Produção de Suínos	Massa suínos (kg)	Consumo Água (L/animal/dia)
Unidade de Produção de Leitões (UPL)	-	35,3
Unidade de Produção de Desmamados (UPD)		27,8
Crechários (CR)	6 - 28	2,5
Unidade de Terminação (UT)	23 - 120	8,3

Tabela 1-B - Volume diário de dejetos líquidos (Litros/animal/dia) produzido em sistemas especializados de produção de suínos.

Modelos de Sistema de Produção de Suínos	Massa suínos (kg)	Volume Dejetos (L/animal/dia)
Unidade de Produção de Leitões (UPL)	-	22,8
Unidade de Produção de Desmamados (UPD)		16,2
Crechários (CR)	6 - 28	2,3
Unidade de Terminação (UT)	23 - 120	4,5

As tabelas 1-A e 1-B servem de referência para elaboração de projetos que contemplam o uso eficiente de água e produção de dejetos na suinocultura. Em algumas situações, estes parâmetros podem não ser atingidos e devem estar previstos no PCA – Plano de Controle Ambiental individual das granjas, durante o processo de licenciamento ambiental das granjas.

2.3.2 Geração de Nutriente

Na tabela 2, abaixo, apresenta-se a expectativa de geração de nutrientes em função da categoria animal, padrão este validado pela Embrapa em diversos trabalhos de pesquisa e que está sendo adotado para os processos de licenciamento ambiental nos estados de SC e RS. Como a suinocultura no estado do Paraná apresenta sistemas de produção semelhantes, podemos extrapolar estes dados para uso no Estado com total segurança.

Tabela 2. Oferta de nitrogênio, fósforo e potássio calculada a partir da excreção do equivalente em N, P₂O₅ e K₂O por unidade animal alojada nos diferentes sistemas de produção.

Sistema de produção	Unidade animal	Excreção anual por animal alojado		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		----- kg ano ⁻¹ -----		
Unidade de Terminação ¹	Suíno alojado	8,00	4,30	4,00
UPL 25kg ²	Fêmea alojada	25,70	18,00	19,40
Creche ³	Leitão alojado	0,40	0,25	0,35
UPL 6kg ⁴	Fêmea alojada	14,50	11,00	9,60

1 Considerando 3,26 lotes por ano (lotes de 105 dias e 7 dias de intervalo entre lotes). Fonte: Tavares (2012).

2 Considerando 2,35 partos por fêmea alojada por ano e a produção de 28 leitões por fêmea alojada por ano. Fonte: CORPEN (2003); Dourmade et al. (2007).

3 Fonte: CORPEN (2003); Dourmade et al. (2007).

4 Calculado descontando-se a produção de nutrientes da fase Creche em relação a UPL 25kg. Fonte: CORPEN (2003); Dourmade et al. (2007).

5 Considerando 2,35 partos por fêmea alojada por ano, a produção de 28 leitões por fêmea alojada por ano e 12 suínos terminados por fêmea alojada por ano. Calculado a partir dos dados de UPL 25kg e terminação. Fonte: CORPEN (2003); Dourmade et al. (2007).

Em função de não haver dados atualizados disponíveis referentes à excreção de N, P₂O₅ e K₂O por unidade animal alojada nos rebanhos para UPL e creche no Estado de Santa Catarina, utilizou-se como referência CORPEN (2003) e Dourmade et al. (2007), devido à similaridade do sistema de produção e número de animais entre os rebanhos da França e Santa Catarina.

Fonte: Embrapa, 2014.

Tabela 3. Perdas ou remoção de nutrientes em diferentes sistemas de tratamento ou armazenamento dos dejetos.

Sistema de tratamento e armazenamento	Nutriente			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
		----- % -----		
Esterqueira ^a	40 – 50	0	0	
Biodigestor e lagoa anaeróbia ^b	50 – 60	0	0	
Compostagem ^c	60 – 70	0	0	
Separação de fases (decanter) – remoção da fase líquida (dejeito fresco) ^d	10 -15	50 - 55	15-25	
Separação de fases (decanter) – remoção da fase líquida (dejeito velho) ^d	10 -15	45 -50	15-25	
Outros	Informar eficiência do equipamento ou do sistema de tratamento dos dejetos, citando referência científica ou laudo técnico do equipamento.			

a. Fonte: Higarashi (dados não publicados); b. Fonte: Vivan et al. (2010); c. Fonte: Angnes et al. (2013); d. Fonte: Oliveira (2009).

Fonte: Embrapa, 2014.

Tabela 4. Índice de eficiência agrônômica dos nutrientes de acordo com o tipo de fertilizante.

Tipo de fertilizante orgânico	Índice de eficiência agrônômica (1 ^o +2 ^o cultivos)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
		----- % -----		
Dejeito líquido de suínos (não tratado, efluente de biodigestor e separação de fases) ^a	80	100	100	
Esterco sólido de suínos (separação de fases) ^a	80	100	100	
Composto orgânico e cama sobreposta	40 ^b	100 ^c	100 ^c	

a.Fonte: CQFS-RS/SC (2004); b.Fonte: Giacomini e Aita (2008); c.Não determinado, considerar 100%.

Fonte: Embrapa, 2014.

2.3.3 Necessidade de nutrientes para culturas

A necessidade de nutrientes para as culturas é bastante variável e está diretamente relacionada às exigências das culturas, nível de produtividade esperado e disponibilidade de nutrientes no solo.

Esta relação é muito importante para este projeto e para a destinação adequada dos dejetos de suínos, pois o objetivo é suprir a necessidade parcial ou total das culturas com a fertilização via dejetos suínos, o que julgamos ser perfeita e tecnicamente possível e ambientalmente aceitável, em virtude da compensação que ocorrerá no sistema entre demanda e oferta.

Como os dejetos de suínos apresentam um desbalanceamento entre a quantidade de nutrientes existente em um determinado volume e a necessidade das culturas, a princípio poderia gerar uma dúvida de qual nutriente deveríamos utilizar para monitorar.

Outro fator importante a se considerar na definição do nutriente a ser monitorado é a necessidade das culturas ou demanda de nutrientes (DN), onde o Fósforo é sempre o mais limitante para definição de dosagem de aplicação de dejetos suínos tratados em sistemas tradicionais.

Segundo Nicoloso, 2014 este nutriente, Fósforo, deve ser utilizado para dimensionamento do plantel, pois é normalmente o nutriente mais limitante no solo e que apresenta uma dinâmica no solo que poderá ser rastreado e monitorado nas áreas que recebem fertilizante orgânico e mineral.

Gatiboni, 2014 indica o Fósforo como nutriente para referência e indicador de qualidade para monitoramento de contaminação ambiental nos solos adubados com fertilizante suíno.

O fósforo apresenta pouca mobilidade no solo facilitando o seu monitoramento e controle das taxas de dejetos aplicadas e a serem aplicadas nas áreas agrícolas.

O Nitrogênio não é indicado para o MONITORAMENTO de solos em virtude de sua dinâmica, no solo, e constante mudança de fases (líquido, gasoso); estes itens são contribuídos pela rápida transformação do nitrogênio e deslocamento no perfil do solo, o que inviabiliza o seu monitoramento.

A tabela 5, a seguir, apresenta a necessidade de nutrientes para as culturas, segundo Rolas 2004. Estes valores servirão de base para a recomendação de fertilização neste projeto. A referida tabela será atualizada quando for publicado o Manual de Adubação e Calagem para o estado do Paraná, que está em fase final de elaboração.

Tabela 05 - Necessidade nutriente das culturas

	NITROGENIO				FÓSFORO				POTÁSSIO					
	Produtividade				Produtividade				Produtividade					
	alta - 10 ton	média 7 ton	baixa 4 ton		alta - 10 ton	média 7 ton	baixa 4 ton		alta - 10 ton	média 7 ton	baixa 4 ton			
5. Milho	160	115	70	kg/há de N	Milho	135	90	45	kg/há de P ₂ O ₅	Milho	100	70	30	kg/há de K ₂ O
	alta - 4 ton	média 3 ton	baixa 2 ton			alta - 4 ton	média 3 ton	baixa 2 ton			alta - 4 ton	média 3 ton	baixa 2 ton	
trigo	120	90	60	kg/há de N	trigo	60	45	30	kg/há de P ₂ O ₅	trigo	80	55	30	kg/há de K ₂ O
	alta - 7 ton	média 5 ton	baixa 3 ton			alta - 7 ton	média 5 ton	baixa 3 ton			alta - 7 ton	média 5 ton	baixa 3 ton	
6. Pastagem anual aveia + azeven	210	150	60	kg/há de N	Pastagem anual aveia + azeven	105	75	45	kg/há de P ₂ O ₅	Pastagem anual aveia + azeven	70	50	30	kg/há de K ₂ O
	alta - 24 ton	média 18 ton	baixa 12 ton			alta - 24 ton	média 18 ton	baixa 12 ton			alta - 24 ton	média 18 ton	baixa 12 ton	
7. Pastagem perene	510	330	150	kg/há de N	Pastagem perene de verão	180	120	60	kg/há de P ₂ O ₅	Pastagem perene de verão	300	180	60	kg/há de K ₂ O
	alta - 4 ton	medio- 3 ton	baixo - 2 ton			alta - 4 ton	medio- 3 ton	baixo - 2 ton			alta - 4 ton	medio- 3 ton	baixo - 2 ton	
8. Soja				kg/há de N	Soja	60	45	30	kg/há de P ₂ O ₅	Soja	95	65	45	kg/há de K ₂ O
	alta - 24 ton	média 18 ton	baixa 12 ton			alta - 24 ton	média 18 ton	baixa 12 ton			alta - 24 ton	média 18 ton	baixa 12 ton	
9. Feno	560	380	200	kg/há de N	Feno	180	120	60	kg/há de P ₂ O ₅	Feno	300	180	60	kg/há de K ₂ O
	alta - 24 ton	média 18 ton	baixa 12 ton			alta - 24 ton	média 18 ton	baixa 12 ton			alta - 24 ton	média 18 ton	baixa 12 ton	
10. Silagem	330	210	120	kg/há de N	Silagem	220	160	100	kg/há de P ₂ O ₅	Silagem	370	150	130	kg/há de K ₂ O
	alta - 48 ton					alta - 48 ton					alta - 48 ton			
11. Feno Irrigado	1120			kg/há de N	Feno Irrigado	360			kg/há de P ₂ O ₅	Feno Irrigado	600			kg/há de K ₂ O

2.4 Dimensionamento do Plantel

O dimensionamento do plantel será realizado de acordo com a necessidade de nutrientes das culturas, tomando-se por base os níveis de fósforo fornecidos pelo dejetos suíno e a necessidade das culturas. Considerar-se-ão, ainda, as outras fontes de nutrientes disponíveis no sistema (Ex: Cama de aves, fertilização mineral, esterco de bovinos e outros) bem como as perdas oriundas do sistema de tratamento e eficiência agrônômica, originando um sistema eficiente e confiável para o manejo adequado dos dejetos.

Com a finalidade de facilitar este procedimento, Nicoloso, 2014 sugere a utilização da seguinte equação nº 1 – Dimensionamento do Plantel, considerando sempre um cenário de cultivo para 4 anos.

Para o dimensionamento do plantel, considera-se que o solo apresenta nível Alto de fertilidade, o qual, por sua vez, estará sendo suplementado via fertilização orgânica, considerando somente a extração da cultura e mantendo, portanto, o equilíbrio com o ambiente produtivo.

Para as simulações realizadas consideraram-se níveis altos de produtividade, justamente, em virtude da suplementação da cultura com nível de nutrientes adequado para atingir os níveis altos de produtividade.

Equação 1: Dimensionamento do plantel

Dimensionamento de rebanhos 

$$NA = \frac{DN - NF}{ND \times \frac{100 - P}{100} \times \frac{EA}{100}}$$

Demanda média anual de nutrientes nas áreas agrícolas (kg/ano) (DN)
Oferta média anual de nutrientes via outros fertilizantes minerais ou orgânicos (kg/ano) (NF)
Oferta média anual de nutrientes via dejetos excretados por animal alojável (kg/animal/ano) (ND)
Perdas de nutrientes no armazenamento ou tratamento e exportação da propriedade (%) (P)
Eficiência agrônômica do dejetos (%) (EA)

Fonte: Nicoloso, 2014

Onde:

NA é o número de animais alojáveis na propriedade;

DN é a demanda média anual do nutriente limitante (fósforo, nitrogênio ou potássio) para manutenção dos teores de P ou K extraível (Mehlich-I) no nível alto de disponibilidade ou atender as recomendações de adubação nitrogenada segundo CQFS-RS/SC (2004) nas áreas agrícolas sob aplicação dos biofertilizantes (kg P₂O₅, N ou K₂O ano⁻¹) (TABELA 4);

NF é a oferta anual do nutriente limitante a ser aplicada via fertilizantes minerais ou outras fontes de fertilizantes (kg P2O5, N ou K2O ano-1). O nutriente de referência deverá ser o P2O5. Usar o nutriente **N** para dejetos que foram submetidos a um sistema de tratamento que promova a remoção de P do efluente, e o nutriente K2O para dejetos que receberam tratamento com remoção de N e P do efluente **ND** é a oferta anual do nutriente limitante excretado nos dejetos por animal alojável (kg P2O5, N ou K2O ano-1) (TABELA 2);

P é o índice de perda ou remoção de nutrientes que ocorrem nos sistemas de tratamento e armazenamento dos dejetos e que são exportados da propriedade e não aplicados nas áreas agrícolas licenciadas (%) (TABELA 3);

EA é o índice de eficiência agrônômica (%) do nutriente contido no fertilizante orgânico pelas culturas agrícolas, segundo a CQFS-RS/SC (2004 e atualizações) (TABELA 5);

Para a utilização da Equação 1, acima, deve-se levar em consideração os níveis de Fósforo e, caso existam sistemas de tratamento com eficiência de remoção de fósforo superior a 50%, deve-se tomar como referência os níveis de Nitrogênio.

Tomando-se como referência os dados fornecidos nas tabelas acima e utilizando a Equação para Dimensionamento do plantel proposto por Nicoloso, 2014 teremos a seguinte demanda de área agrícola para cada um dos sistemas propostos:

2.4.1 Necessidade de área agrícola para UPL - 1500 fêmeas - desmamados 6 kg - 1500 fêmeas

Utilizando-se da Equação 1 para dimensionamento da necessidade de área agrícola para implantação de uma unidade de UPL - Desmamados, com 1500 fêmeas, na melhor situação averiguada serão necessários 46 ha para produção de feno fertirrigado, enquanto que, na situação mais crítica, serão necessários 92 ha para pastagem perene.”

UPL 6 kg		Nitrogênio																			
		Sistema de cultivo empregado																			
1500		Milho + Trigo ³			Milho + Pastagem inverno ⁴			Pastagem perene ⁷			Past. perene ⁵ + aveia/azevem			soja + milho			Feno ⁸		Silagem uma safra ¹⁰		Feno Fertirrigado ¹¹
		alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	Alta		Alta		Alta
há		ha.																			
		34,2	46,7	73,6	25,9	36,1	73,6	18,8	29,0	63,8	13,3	19,9	45,6	59,8	83,2	136,7	17,1		29,0		8,5
UPL 6 kg		Fósforo																			
		Sistema de cultivo empregado																			
1500		Milho + Trigo ³			Milho + Pastagem inverno ⁴			Pastagem perene ⁷			Past. perene ⁵ + aveia/azevem			soja + milho			Feno ⁸		Silagem uma safra ¹⁰		Feno Fertirrigado ¹¹
		alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	Alta		Alta		Alta
há		ha.																			
		84,6	122,2	220,0	68,8	100,0	183,3	91,7	137,5	275,0	57,9	84,6	157,1	84,6	122,2	220	91,7		75,0		45,8

2.4.2 Necessidade de área agrícola para terminação - 1500 suínos - 23 a 125 kg

Utilizando o mesmo princípio, para uma terminação de 1400 suínos serão necessários 17 ha para cultivo de feno fertirrigado, na melhor situação. Para a condição mais crítica, necessitar-se-ão 33 ha para pastagem perene.

Nitrogênio																				
Terminação																				
1400																				
Sistema de cultivo empregado																				
Milho + Trigo ⁵			Milho + Pastagem Inverno ⁶			Pastagem perene ⁷			Past. perene ⁷ + aveia/azevem			soja + milho			Feno ⁸		Silagem uma safra ¹⁰		Feno Fertirrigado ¹¹	
alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	Alta		Alta		Alta	
ha.																				
há	17,6	24,0	37,9	13,3	18,6	37,9	9,7	14,9	32,9	6,8	10,3	23,5	30,8	52,3	42,9	8,8		14,9		4,4

Fósforo																				
Sistema de cultivo empregado																				
Milho + Trigo ⁵			Milho + Pastagem Inverno ⁶			Pastagem perene ⁷			Past. perene ⁷ + aveia/azevem			soja + milho			Feno ⁸		Silagem uma safra ¹⁰		Feno Fertirrigado ¹¹	
alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	Alta		Alta		Alta	
ha.																				
há	30,9	44,6	80,3	25,1	36,5	66,9	33,4	50,2	100,3	21,1	30,9	57,3	25,3	44,6	80,26667	33,4		27,4		16,7

2.4.3 Necessidade de área agrícola para creche - 2850 leitões - 6 a 23 kg

Utilizando o mesmo princípio que nos sistemas anteriormente citados, para uma creche com 2.850 leitões serão necessários 2,0 ha para cultivo de feno fertirrigado, na melhor situação. Para a condição mais crítica, necessitar-se-ão 4,0 ha para pastagem perene.

Nitrogênio																				
Creche																				
2850																				
Sistema de cultivo empregado																				
Milho + Trigo ⁵			Milho + Pastagem Inverno ⁶			Pastagem perene ⁷			Past. perene ⁷ + aveia/azevem			soja + milho			Feno ⁸		Silagem uma safra ¹⁰		Feno Fertirrigado ¹¹	
alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	Alta		Alta		Alta	
ha.																				
há	1,8	2,4	3,9	1,4	1,9	3,9	1,0	1,5	3,3	0,7	1,0	2,4	3,1	4,4	7,2	0,90		1,52		0,45

Fósforo																				
Sistema de cultivo empregado																				
Milho + Trigo ⁵			Milho + Pastagem Inverno ⁶			Pastagem perene ⁷			Past. perene ⁷ + aveia/azevem			soja + milho			Feno ⁸		Silagem uma safra ¹⁰		Feno Fertirrigado ¹¹	
alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	alta	média	baixa	Alta		Alta		Alta	
ha.																				
há	3,7	5,3	9,5	3,0	7,9	7,9	4,0	5,9	11,9	2,5	3,7	6,8	3,7	5,3	9,5	4,0		3,2		2,0

2.5 Necessidade Total de área agrícola para implantação do projeto

Considerando as premissas citadas anteriormente comprova-se que o projeto terá um impacto pequeno sobre a área de abrangência, pois os dejetos serão utilizados como fertilizantes. Esta premissa garante que não teremos novo impacto ambiental na região.

Levando em consideração a área agrícola disponível na região (1.755.906 ha) e a área própria dos cooperados (735.830 ha), observa-se que a necessidade será totalmente suprida pelos sócios atuais das cooperativas filiadas, onde, em função da cultura utilizada representa de 18 % a 3,1 % da área agrícola dos cooperados. Esta variação é devida à utilização de culturas com maior ou menor necessidade de nutrientes. Na média representa 7,3%.

Quando analisamos o impacto do projeto em relação à área agrícola total disponível na região de abrangência do projeto esta relação cai para 12 % a 1,0% da área agrícola total disponível, fator este em função da cultura utilizada, tendo como média de 3,0% da área agrícola da região a ter a fertilização mineral substituída por orgânica.

Na tabela 5, abaixo, demonstramos esta participação e reafirmamos que não haverá adição de novos nutrientes e, sim, a substituição de fertilizante mineral por orgânico, portanto, sem alterar as condições de nutrientes da região.

Tabela 5: Necessidade de área agrícola e oferta na região do projeto

	Participação ind %	área agrícola Cooperadas (há)	Área Necessária (menor)	Área Necessária (maior)	Área agrícola região	% sobre área da Região	% sobre área de Cooperados
COPACOL	18,37	160.000	6.191	9.802	240.000	4,1	6,1
COPAGRIL	28,55	84.630	9.622	15.235	120.906	12,6	18,0
C-VALE	17,57	300.000	5.921	9.376	585.000	1,6	3,1
LAR	24,43	140.000	8.233	13.036	200.000	6,5	9,3
PRIMATO	11,08	51.200	3.734	5.912	610.000	1,0	11,5
TOTAL	100	735.830	33.702	53.361	1.755.906	3,0	7,3

FONTE: Deral, 2016 e Cooperativas filiadas, 2016.

Analisando a posição apresentada e considerando que se trata de uma região de grande aptidão agrícola e, por consequência, um grande importador de fertilizante mineral, o projeto terá um impacto positivo sobre a região gerando renda e fixando o homem ao campo.

Com este projeto, prevê-se a injeção de aproximadamente R\$ 32.990.148,24 anualmente, na economia local, em N-P-K mineral que deixarão de ser adquiridos, em virtude destes nutrientes já estarem presentes nos dejetos suínos, conforme tabela abaixo.

	TOTAL		
	N	P2O5	K2O
kg/ano	7.369.718	9.602.250	8.893.440
R\$	8.106.690,24	14.211.330,00	10.672.128,00
R\$ TOTAL	32.990.148,24		

2.6 Área e aplicação dos dejetos

A escolha da área de aplicação dos dejetos deve seguir os critérios de aplicação estabelecidos no SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL EM TERRAS PARA USO AGRONÔMICO DE DEJETOS DE SUÍNOS (Paula Souza, M.L., Fowler, R.B e Bley Jr, C.J., 2003,).

A aplicação dos fertilizantes orgânicos no solo deverá estar associada a técnicas que visem minimizar as perdas de nutrientes por erosão, lixiviação, escoamento superficial e volatilização, entre outras. Neste sentido, deverão ser adotadas técnicas e sistemas de produção conservacionistas (sistema plantio direto, cultivo em nível, entre outros) e a formas de aplicação dos fertilizantes orgânicos e minerais apropriadas de maneira parcelada, de acordo com a necessidade das culturas, sempre sob a orientação do responsável técnico pelo projeto de licenciamento ambiental.

Segundo Nicoloso, 2014 "A aplicação de fertilizantes orgânicos ao solo visando a sua reciclagem

na adubação de culturas agrícolas, florestais e outras, deve seguir as recomendações agronômicas vigentes e estabelecidas pelo Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004) e suas atualizações, com taxas de aplicação determinadas em função da análise de solo realizada em laboratório credenciado pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ROLAS), necessidade nutricional da cultura a ser adubada, concentração de nutrientes e índice de eficiência agronômica dos nutrientes para cada tipo de fertilizante orgânico". Este padrão deverá ser utilizado enquanto não estiver publicado o Manual de Adubação e calagem para o estado do Paraná. Após sua publicação, o mesmo será revisado, a fim de serem considerados os padrões definidos para o Paraná.

2.7 Época de Aplicação

A época de aplicação deverá ser em função da necessidade da cultura, no caso de pastagens, a aplicação da fertilização é necessária a cada manejo (corte ou pastoreio). As aplicações podem ocorrer a cada 30 ou 45 dias, o que resultaria em um tempo de armazenamento menor. No caso de pastagens, deve-se respeitar um período de carência de 30 dias, após a aplicação dos dejetos, para a entrada de animais em pastoreio.

Para as culturas anuais, a época de aplicação deverá ser prevista no plano de fertilização, levando em consideração os períodos e a necessidade de armazenamento.

2.8 Aspectos Locacionais

Os empreendimentos devem estar localizados em área Rural e em conformidade com as diretrizes do zoneamento municipal.

Os Empreendimentos e sistema de armazenagem e/ou tratamento e disposição de dejetos, segundo norma ambiental - "deve situar-se a uma distância mínima de corpos hídricos, de modo a não atingir áreas de preservação permanente, conforme estabelecido no código florestal." DIRAM 105-006, 2004.

Os novos projetos devem estar localizados de acordo com o Decreto Estadual nº 5.503 de 21 de março de 2002, atendendo as seguintes distâncias:

- 50 m da divisa de terrenos vizinhos, podendo esta distância ser inferior quando da anuência legal dos respectivos confrontantes;
- 12 m de estradas municipais;
- 15 m de estradas estaduais;
- 55 m de estradas federais;
- 50 m de distância mínima em relação à frente de estradas – exigida apenas para as áreas de disposição final dos dejetos;
- Não será permitida a implantação de novos empreendimentos de suinocultura a montante de pontos de captação de água para fins de abastecimento público;
- A localização das construções das criações, sistemas de tratamento e disposição final dos dejetos deve levar em consideração a direção dos ventos predominantes na região de forma a impedir a propagação de odores para cidades, núcleos populacionais e habitações mais próximas.

3. SISTEMA DE TRATAMENTO DE DEJETOS

Os sistemas de tratamento de dejetos estarão previstos nos Planos de Controle Ambiental (PCA) necessários para os processos de licenciamento ambiental de cada cooperado.

O Plano de Controle Ambiental de resíduos sólidos e sistemas de tratamentos deverão ser aprovados previamente pela área Competente das Cooperativas filiadas, garantindo que os produtores estarão adotando um sistema eficiente e confiável.

O sistema de tratamento e/ou estabilização deverá atender os seguintes princípios:

- Estabilização dos nutrientes – tempos de retenção hidráulico mínimo (TRH) – 45 dias.
- Redução de carga microbiana – TRH mínimo (45 dias).
- Período de armazenamento – TRH mínimo (90 dias) – dividido em duas lagoas com enchimento alternado.

Nos itens abaixo citaremos algumas informações e parâmetros para auxiliar na tomada de decisão sobre o melhor sistema.

3.1 Esterqueira – Lagoas

Tem a finalidade de reduzir a contaminação microbiológica e estabilizar os dejetos, transformando o Nitrogênio da forma amoniacal em nítrica, o qual estará disponível para absorção pelas culturas. Este sistema deve atender a maioria dos suinocultores, pois se apresenta como uma alternativa econômica, de agregação de renda e atende os requisitos ambientais. É o sistema recomendado para a estabilização e o tratamento de dejetos quando a matriz de tomada de decisão para definição de Rota Tecnológica apresentar situações onde a ON (Oferta de Nutrientes) for menor ou igual que a DN (Demanda de Nutrientes).

Recomenda-se a utilização de duas esterqueiras com tempo de retenção de 45 dias, no mínimo, com enchimentos intercalados, ou seja, enquanto uma esterqueira está sendo enchida a outra estará fermentando e estabilizando.

O tempo de Armazenagem poderá ser maior e definido em projeto técnico em função das culturas que serão adubadas e do calendário de aplicação.

Figura 2: Exemplo esquemático de sistema de esterqueira ou lagoas

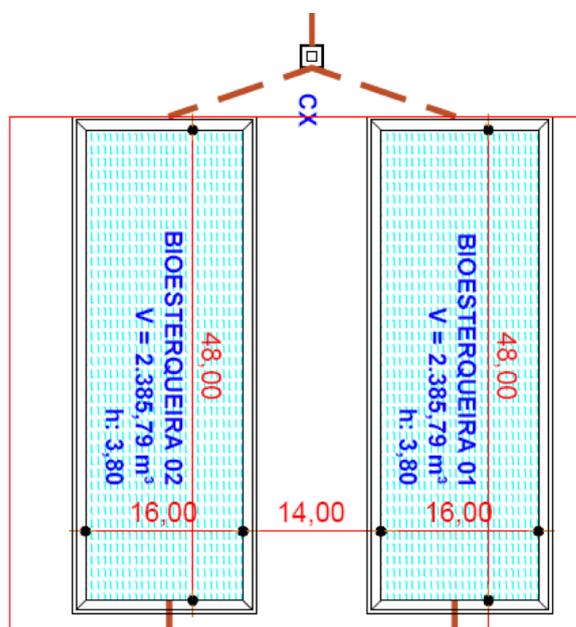


Imagem 1: Imagem de lagoas



3.2 Biodigestor

Os biodigestores serão utilizados em propriedades onde a necessidade de biogás para aquecimento e ou geração de energia apresentem viabilidade econômica, ou seja, nas granjas onde a produção de biogás e energia seja suficiente para gerar um retorno sobre o investimento adicional realizado em biodigestor e sistemas de geração e/ou queima de biogás.

O biodigestor pode ser uma alternativa para locais que apresentem proximidade com cidades, núcleos habitacionais, onde o odor poderá ser um empecilho para operação da atividade.

Os biodigestores são divididos genericamente em dois grandes grupos:

a) Lagoas Cobertas – São os biodigestores em formato trapezoidais ou redondos, com ou sem agitação, que apresentam baixa taxa de conversão de DBO em Biogás, algo em torno de 40%. Estes projetos necessitam de um tempo de retenção hidráulica de aproximadamente 30 a 45 dias e apresentam problema constante de assoreamento. Dificilmente se consegue trabalhar com teores de Sólidos Totais superiores a 6%.

b) Biodigestores de Alta Taxa – São os biodigestores com tecnologias adicionais, com sistema de isolamento térmico, agitação, aquecimento e controle de processos. Neste projeto é possível trabalhar com até 12% de Sólidos Totais e a eficiência é superior a 90%.

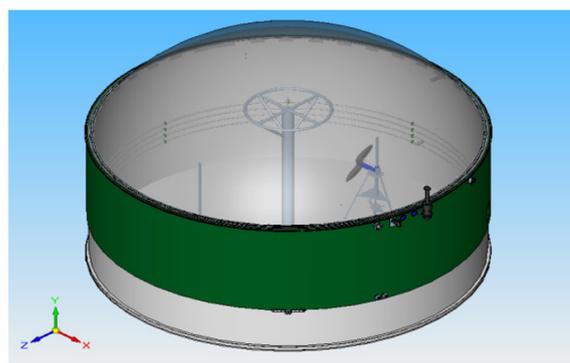
O Tratamento dos dejetos em biodigestores não reduz a necessidade de área agrícola para a disposição dos dejetos líquidos, pois este sistema não apresenta eficiência significativa na redução de nutrientes. Somente na redução de DBO e DQO, o que não é necessário para uso em solo, pois DQO e DBO não afetam o sistema solo-água do solo, sendo um parâmetro importante para tratamento de efluentes quando lançados em corpo hídrico.

Os suinocultores, através do responsável técnico, devem apresentar durante o processo de licenciamento ambiental a opção tecnológica que será adotada segundo critérios técnicos.

Imagem 2: Imagem de Biodigestor lagoa coberta



Imagem 3: Imagem Biodigestor de alta taxa



3.3 Compostagem

A compostagem de dejetos líquidos é uma alternativa viável para o tratamento dos dejetos, devendo ser aplicada nas granjas onde a ON (oferta de Nutrientes) é maior que a DN (Demanda de Nutrientes).

Nestas propriedades os suinocultores não apresentam área agrícola própria ou de vizinhos e/ou o suinocultor tem interesse em exportar os nutrientes para outras áreas, onde o transporte do dejetos líquido é antieconômico.

A compostagem também poderá ser utilizada para produção de composto orgânico de alta qualidade, que poderá ser comercializado para outros agricultores ou no comércio, segundo a IN-25 do MAPA. Esta é uma alternativa para agregação de valor ao negócio, podendo se transformar em um novo negócio.

Imagem 4: Imagem Compostagem dejetos suínos



O sistema de Compostagem para apresentar eficiência deverá contar com dejetos suínos com concentração superior a 6% de Sólidos Totais. A taxa de impregnação deverá ser de 10:1, ou seja, 10 litros de dejetos por quilo de substrato.

Vários substratos podem ser utilizados como fonte de carbono, como serragem, maravalha, bagaço de cana e outros.

3.4 Sistemas de tratamento.

Os sistemas de tratamento são mais complexos e contemplam uma ou mais tecnologias associadas e devem ser planejados e projetados para situação específica em função de cada propriedade, sendo necessário um projeto específico para cada produtor.

Os sistemas de tratamento permitem a redução de nutrientes e transformação dos dejetos líquidos em sólidos, permitindo que a área agrícola para disposição dos dejetos seja menor, possibilitando a implantação e operação dos projetos em áreas já existentes. Para auxílio na tomada de decisão deve-se utilizar como referência a Matriz de Tomada de Decisão, considerando-se a ON (Oferta de Nutrientes) em Relação a DN (Demanda de Nutrientes).

Os Sistemas de tratamento apresentam um custo maior em relação aos sistemas convencionais, como esterqueira e lagoas, entretanto podem ser uma alternativa viável para grandes projetos a serem implantados, bem como, para regularização de granjas que se encontram instaladas.

A seguir procurou-se exemplificar alguns sistemas de tratamento que podem ser utilizados para redução de nutrientes.

3.4.1 Separação de sólidos + compostagem + disposição de efluente líquido

O sistema contempla um separador de sólidos por centrifugação (decanter) onde separa-se 50 % do fósforo e 25% do Nitrogênio em um volume de 25 % do efluente bruto.

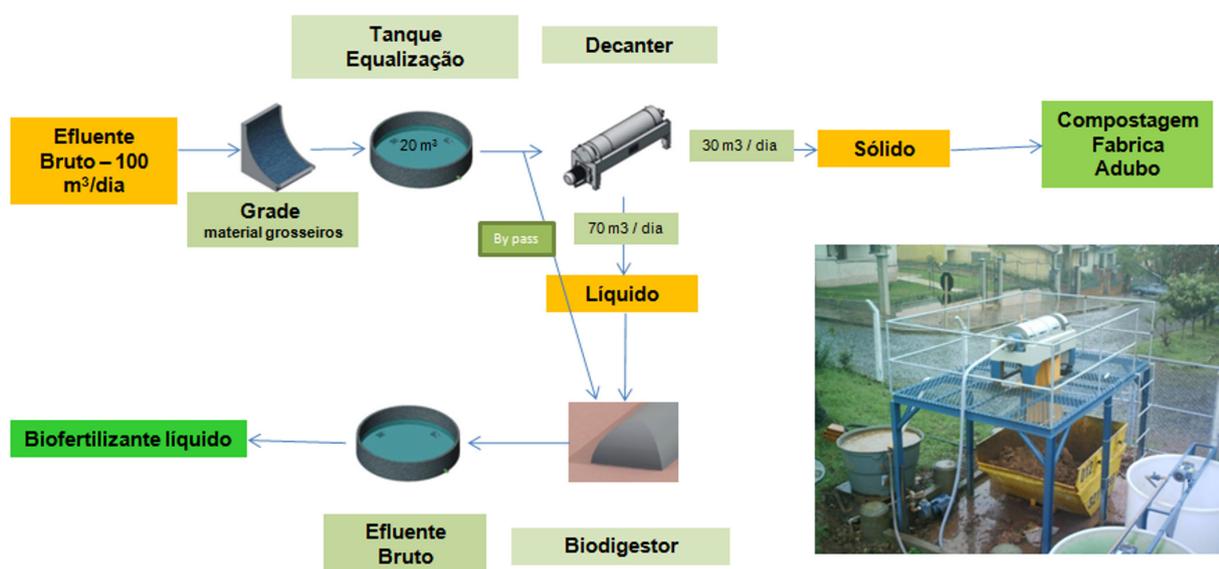
A fase sólida pode ser transportada a distâncias maiores ou compostada, para produção de um composto orgânico de alta qualidade, e a fase líquida poderá ser aplicada na agricultura para suprir a necessidade de nitrogênio das culturas.

O grande benefício deste sistema de tratamento é que a perda de nutrientes é pequena e o custo para implantação do sistema de compostagem, responsável pelo tratamento do lodo separado pelo

decanter, representa 25% do custo em relação a um sistema de compostagem que contemple o tratamento de 100 % dos dejetos produzidos pelo plantel.

Existe a possibilidade de a fase sólida passar por um biodigestor de lagoa coberta para obter biogás, caso exista demanda por biogás na propriedade.

Figura 3: Representação esquemática de um sistema de separação de sólidos e compostagem



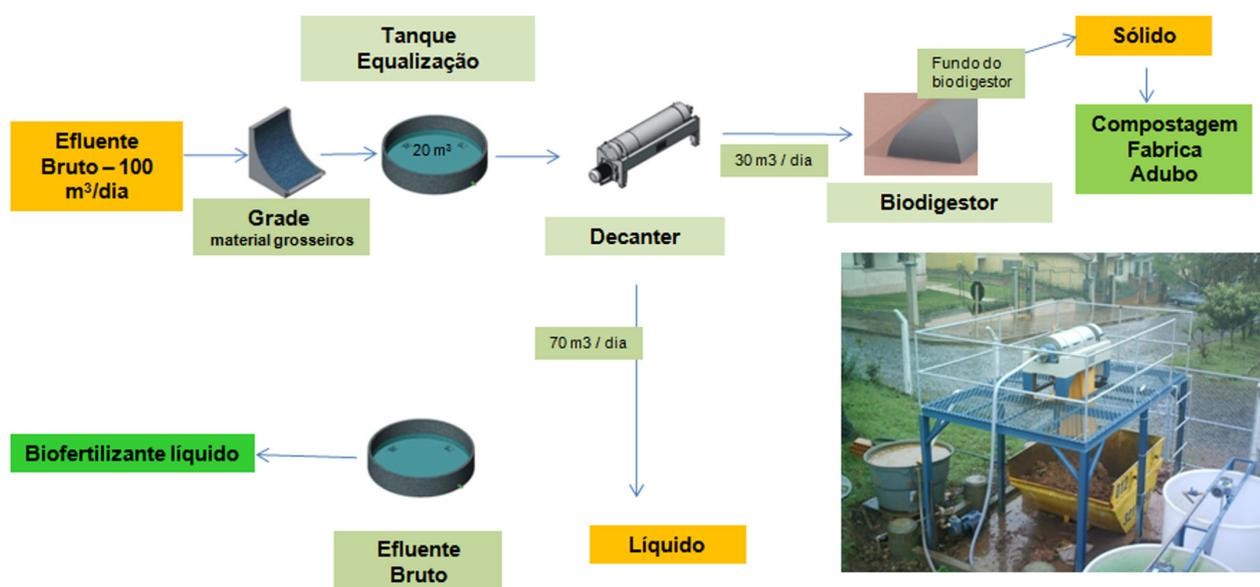
3.4.2 Separação de Sólidos (Concentração de Nutriente) + Biodigestor de Alta Taxa + Compostagem + Disposição de Efluente Líquido

Este sistema é bastante semelhante ao anterior. Com algumas alterações de fluxo, o sistema contempla um separador de sólidos por centrifugação (decanter) onde separamos 50% do fósforo e 25% do Nitrogênio em um volume de 25% do efluente bruto.

A fase sólida é encaminhada para um biodigestor aquecido com agitação de alta taxa, onde se trabalha com 12% de sólidos totais. Após estabilização do produto são realizadas as descargas diárias do digestato (Efluente do Biodigestor), o qual pode ser compostado ou transportado a distâncias maiores (caso se confirme economia de frete) ou ser utilizado na produção de um composto orgânico de alta qualidade. Em relação à fase líquida, a mesma poderá ser aplicada na agricultura para suprir a necessidade de nitrogênio das culturas.

O grande benefício deste sistema de tratamento é que a perda de nutrientes é pequena e o custo para implantação do sistema de compostagem, responsável pelo tratamento do lodo separado pelo decanter, representa 25% do custo em relação a um sistema de compostagem que contemple o tratamento de 100 % dos dejetos produzidos pelo plantel.

Figura 4: Representação esquemática de um sistema de separação de sólidos + Biodigestor de alta taxa + compostagem



4. SISTEMA PARA TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUO ORGÂNICO DE PARIÇÃO E MORTALIDADES

Os animais mortos e resíduos de parição serão destinados na propriedade conforme procedimento operacional específico e dimensionamento de compostagem estática e sistemas de desidratação e acelerador de compostagem.

A compostagem estática – deve, preferencialmente, ser utilizada para produtores de pequena escala, pois é necessário cortar os animais em porções pequenas e colocá-los nas células de compostagem, conforme procedimento operacional.

Desidratadores – sistemas de desidratação de animais mortos onde, após o corte em partes menores, o material orgânico é colocado em uma célula, que é aquecida através da queima de biogás, lenha ou outro combustível, objetivando a eliminação de água através da desidratação do material. Este processo não permite que o material resultante seja utilizado para o consumo de animais, peixes ou outros destinos.

Recomenda-se que o resíduo da desidratação seja encaminhado a uma composteira onde deve concluir o seu processo de tratamento e, após, será utilizado como composto orgânico.

Os desidratadores podem ser utilizados em todos os portes de produtores e tem como vantagem o menor custo de destinação, além da redução da necessidade de células de compostagem.

Acelerador de Compostagem – sistema que contempla um triturador seguido de uma célula giratória para otimização e antecipação do processo de compostagem. Este sistema é indicado para grandes produtores, devido ao seu custo e a redução significativa da mão de obra.

No sistema de aceleração de compostagem é necessário manter os resíduos na célula de compostagem por um tempo mínimo de 10 dias, considerando que neste período ocorrerá a eliminação dos

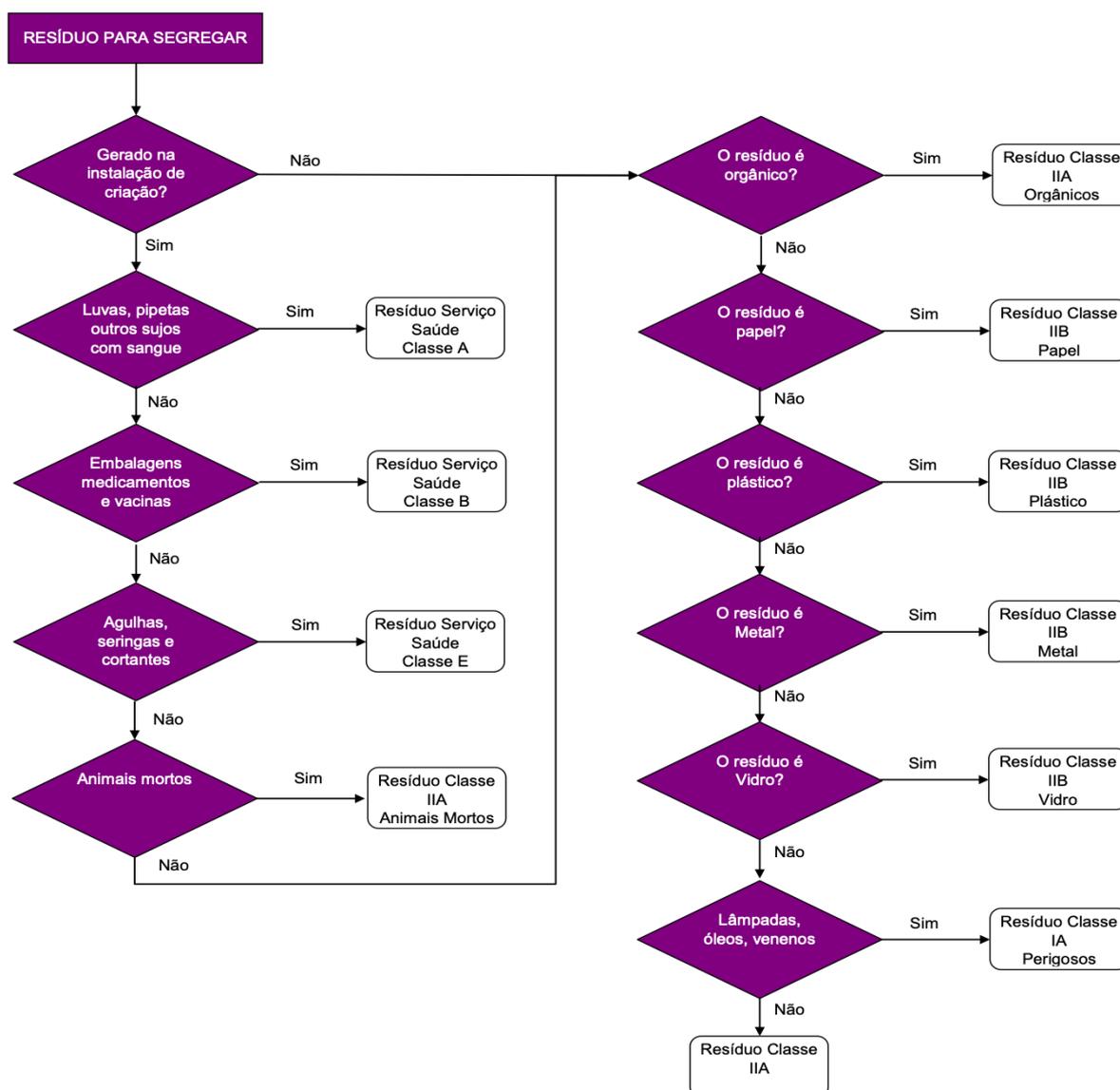
principais microrganismos. Após passar por esta etapa, o resíduo segue para um período de maturação, período este necessário para eliminação dos principais microrganismos e após passará por um período de maturação de 30 dias, em local livre de umidade e chuva, para então ser utilizado como fertilizante.

5. DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SAÚDE

Os resíduos de saúde, cada vez mais presentes nas granjas de produção intensiva, onde estão incluídos os frascos de medicamentos, vacinas, sêmen, agulhas e bisturi (perfuro cortantes) deverão ser armazenados na propriedade e as Cooperativas, através de um programa de Logística reversa, realizarão a coleta desses materiais.

A separação dos materiais deverá seguir o fluxograma abaixo proposto:

Fluxograma 1 Segregação de resíduos sólidos de saúde



6. DISPOSIÇÃO DE DEJETOS NO SOLO

Como citado anteriormente, os dejetos suínos serão destinados em solo agrícola, conforme análise de solo e necessidade das culturas, previstos nos itens 1.5 em diante.

Os dejetos devem ser aplicados no solo utilizando-se como referência a necessidade de fósforo pelas culturas.

Todas as áreas que receberem dejetos suínos deverão contemplar sistema de conservação de solo, como plantio em nível, curvas de níveis, mata ciliar nas margens de rios, fontes e nascentes protegidas, objetivando reduzir o risco de contaminação dos recursos hídricos.

A aplicação deve ser realizada em função da necessidade das culturas, evitando dias de chuva. Esta prática tem como finalidade contribuir para o máximo de absorção dos fertilizantes e reduzir a perda por lixiviação e erosão.

Equipamento de aplicação – A aplicação deve ser realizada através de equipamentos de distribuição que garantam uma aplicação uniforme, podendo ser com sistemas autopropelidos com canhão, tanques tracionados por trator, caminhões, sistema de fertirrigação ou outros.

O sistema de distribuição e aplicação deve estar previsto nos planos de gestão de resíduos da suinocultura nos projetos específicos de licenciamento ambiental das propriedades.

6.1 – Taxa de aplicação

A taxa de aplicação será definida em função da necessidade da cultura, época de aplicação, segundo recomendação de adubação prescrita no plano de cada propriedade por profissional habilitado.

Para aplicação no solo deve-se atender os seguintes requisitos:

a) Metais pesados – valores máximos admissíveis.

Elemento	Limite no solo (mg MS)
Zn	2.500
Cu	1.000

b) Parâmetros Agronômicos a serem determinados.

Para definição da taxa de aplicação deve-se utilizar o método expedito do densímetro onde, em função da densidade, existe uma relação entre a MS (matéria seca) e níveis de N, P₂O₅ e K₂O presente no dejetos, sendo possível definir a quantidade a ser aplicada conforme recomendação agronômica.

Como os dejetos suínos têm uma estabilidade em relação a pH, considerando ainda que o Carbono Orgânico, Fósforo e Potássio estão diretamente ligados à concentração de sólidos totais, entende-se que o sistema do densímetro possibilita uma avaliação bastante apurada e permite uma equivalência próxima da realidade da quantidade de nutriente presente na amostra.

Para este procedimento deve-se utilizar como referência a **Tabela 6** ou 9.3 – Relação entre a densidade e os valores de matéria seca (MS) e teores de esterco líquido de bovinos e de suínos, conforme ROLAS, 2004.

Tabela 6 - 9.3 (Rolas) – Relação entre densidade e valores de MS e Nutrientes.

Tabela 9.3. Relações entre a densidade e os valores de matéria seca (MS) e teores de nutrientes de esterco líquido de bovinos e suínos (1)

Densidade ^(2,3)	Esterco líquido de bovinos				Esterco líquido de suínos			
	MS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%(m/v)	kg/m ³			%(m/v)	kg/m ³		
1000	0,00	0,06	0,05	0,06	0,00	0,37	0,00	0,38
1001	0,00	0,13	0,09	0,12	0,10	0,52	0,11	0,51
1002	0,11	0,20	0,12	0,19	0,15	0,68	0,22	0,63
1003	0,34	0,26	0,16	0,25	0,20	0,83	0,37	0,69
1004	0,58	0,33	0,20	0,32	0,27	0,98	0,52	0,75
1005	0,81	0,40	0,24	0,38	0,50	1,13	0,67	0,81
1006	1,05	0,47	0,28	0,45	0,72	1,29	0,83	0,88
1007	1,28	0,54	0,31	0,51	0,94	1,44	0,98	0,94
1008	1,52	0,61	0,35	0,58	1,17	1,60	1,14	1,00
1009	1,75	0,68	0,39	0,64	1,39	1,75	1,29	1,06
1010	1,99	0,74	0,43	0,71	1,63	1,91	1,45	1,13
1011	2,22	0,81	0,46	0,77	1,85	2,06	1,60	1,19
1012	2,46	0,88	0,50	0,83	2,09	2,21	1,75	1,25
1013	2,69	0,95	0,54	0,90	2,32	2,37	1,90	1,31
1014	2,93	1,02	0,58	0,96	2,54	2,52	2,06	1,38
1015	3,16	1,09	0,61	1,03	2,76	2,67	2,21	1,44
1016	3,40	1,16	0,65	1,09	3,00	2,83	2,37	1,50
1017	3,63	1,22	0,69	1,16	3,23	2,98	2,52	1,56
1018	3,87	1,29	0,73	1,22	3,46	3,13	2,68	1,63
1019	4,10	1,36	0,77	1,29	3,68	3,28	2,85	1,69
1020	4,34	1,43	0,80	1,36	3,91	3,44	2,99	1,75
1021	4,57	1,50	0,84	1,42	4,14	3,60	3,14	1,81
1022	4,81	1,57	0,88	1,48	4,37	3,75	3,29	1,88
1023	5,04	1,63	0,92	1,54	4,60	3,9	3,44	1,94
1024	5,28	1,70	0,95	1,61	4,82	4,06	3,60	2,00
1025	5,51	1,77	0,99	1,67	5,05	4,21	3,75	2,06
1026	5,75	1,84	1,03	1,74	5,28	4,36	3,91	2,13
1027	5,98	1,90	1,07	1,80	5,51	4,51	4,06	2,19
1028	6,29	1,98	1,10	1,87	5,74	4,67	4,22	2,25

Densidade ^(2,3)	Esterco líquido de bovinos				Esterco líquido de suínos			
	MS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1029	6,45	2,05	1,14	1,93	5,96	4,82	4,37	2,31
1030	6,69	2,11	1,18	2,00	6,19	4,98	4,53	2,38
1031	6,92	2,18	1,22	2,06	6,41	5,13	4,68	2,44
1032	7,16	2,25	1,26	2,13	6,65	5,28	4,84	2,50
1033	7,39	2,32	1,29	2,19	6,87	5,43	4,99	2,56
1034	7,63	2,39	1,33	2,26	7,10	5,59	5,14	2,63
1035	7,86	2,46	1,37	2,32	7,32	5,74	5,29	2,69
1036	8,10	2,53	1,41	2,38	7,56	5,90	5,45	2,75
1037	8,33	2,59	1,44	2,45	7,78	6,05	5,60	2,81
1038	8,57	2,66	1,48	2,51	8,02	6,21	5,76	2,88
1039	8,80	2,73	1,52	2,58	8,24	6,36	5,91	2,94
1040	9,04	2,80	1,56	2,64	8,47	6,51	6,05	3,00
1041	9,27	2,87	1,59	2,71	8,69	6,66	6,20	3,06
1042	9,51	2,93	1,63	2,77	8,97	6,82	6,38	3,13
1043	9,74	3,00	1,67	2,84	9,18	6,97	6,53	3,19
1044	9,98	3,07	1,71	2,9	9,39	7,13	6,68	3,25
1045	10,21	3,14	1,74	2,97	9,61	7,28	6,83	3,32
1046	10,45	3,21	1,78	3,03	9,84	7,43	6,93	3,38
1047	10,68	3,28	1,82	3,09	10,06	7,58	7,12	3,44
1048	10,92	3,35	1,86	3,16	10,30	7,74	7,27	3,50
1049	11,15	3,42	1,90	3,22	10,52	7,89	7,42	3,56
1050	11,39	3,48	1,93	3,29	10,75	8,05	7,58	3,63

⁽¹⁾ Fontes: Barcellos (1992) e Scherer et al. (1995a,b).

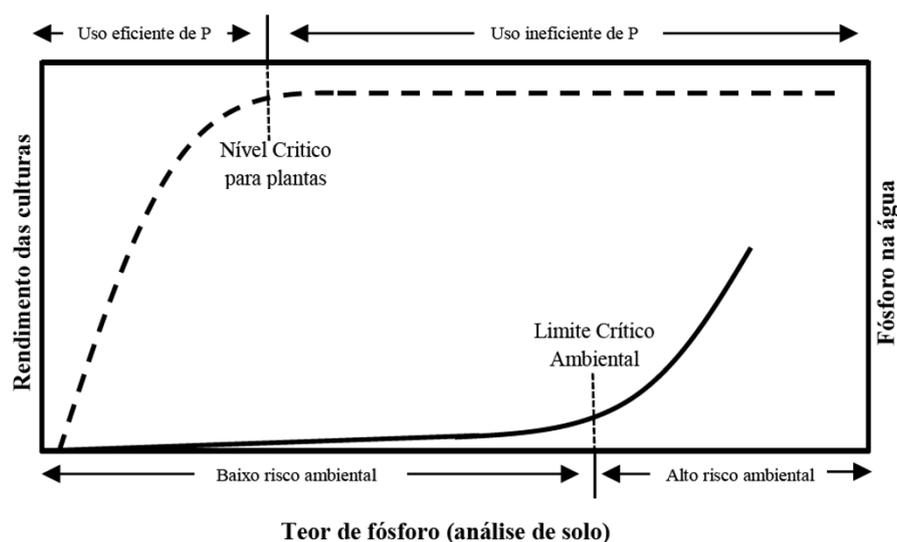
⁽²⁾ Densímetro INCOTERM com valores entre 1000 a 1100 kg/m³.

⁽³⁾ Para fazer a leitura dos valores de densidade deve-se: a) homogeneizar completamente a biomassa na esterqueira com um agitador manual; b) coletar o material em 4 a 5 locais diferentes da superfície do líquido, colocando-o num recipiente com volume mínimo de 1.000 mL; c) homogeneizar a amostra com um bastão e posteriormente transferi-la para uma proveta de 500 mL, fazendo a leitura da densidade o mais rápido possível para evitar a sedimentação; d) corrigir o valor da densidade do esterco conforme a temperatura da biomassa no interior da proveta; e) se a consistência da biomassa não permitir a leitura da densidade, diluir a metade do resíduo orgânico da proveta com igual volume de água e ler novamente a densidade. Utilizar a seguinte fórmula para o cálculo da densidade corrigida: $D = 1000 + [2 \times (\text{densidade} - 1.000)]$, onde a densidade é a leitura obtida do material já diluído na proveta.

7. MONITORAMENTO

O sistema de monitoramento previsto será através da análise de solo completa (pH,N-P-K, Ca Mg), acrescida nos níveis de Cobre (Cu) e Zinco (Zn). Será utilizado como referência de qualidade ambiental o monitorado dos níveis de Fósforo, conforme citado por Gatiboni, 2014. No estudo do referido autor foi possível comprovar que o limite crítico (nível de resposta) para as plantas é diferente do Limite Crítico Ambiental, ou seja, limite a partir do qual o fósforo presente no solo poderá chegar aos corpos hídricos e causar riscos de eutrofização, conforme demonstrado na figura abaixo.

Figura 5: Limite crítico do teor de fósforo no solo



Durante seu trabalho, Gatiboni, 2014 encontrou curvas que representam que o solo é um ambiente seguro para retenção de fósforo não gerando riscos de contaminação de solo/água, quando respeitados estes limites de adsorção. O trabalho foi realizado levando-se em consideração o teor de argila no solo, onde se pode observar que os solos com alto teor de argila apresentam um ambiente mais seguro para aplicação de dejetos, o que não impede a aplicação em solos arenosos, somente deve-se aplicar com mais atenção e critério.

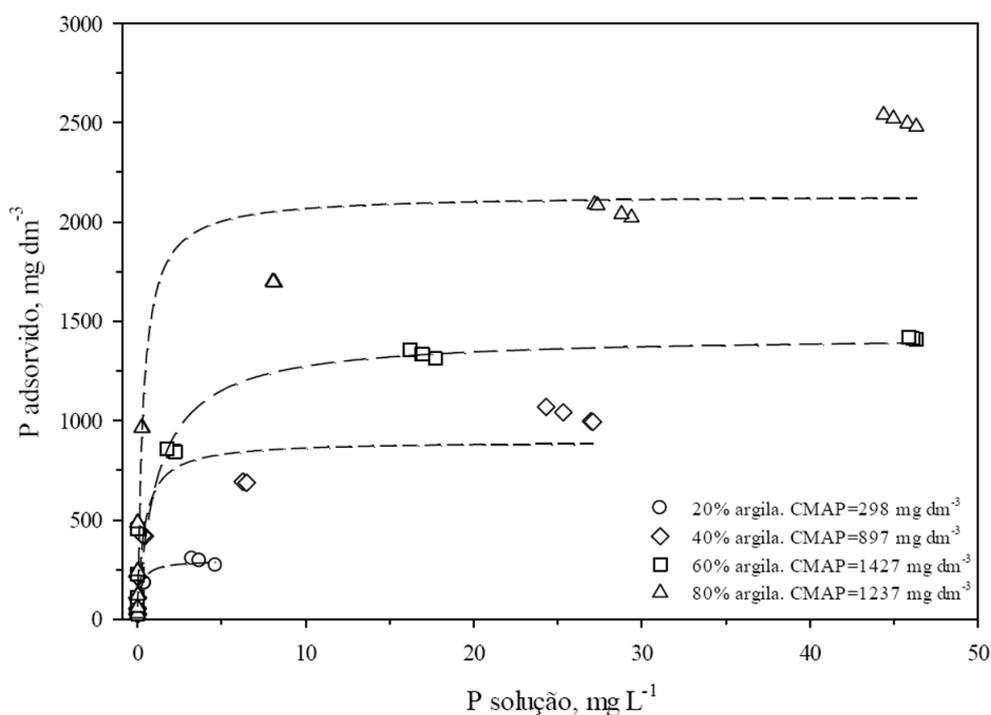


Figura 3. Isotermas de adsorção de P em solos com 20, 40, 60 e 80% de argila. As curvas apresentadas representam o ajuste pelo modelo de Langmuir. CMAP: capacidade máxima de adsorção de P.

Com as isotermas acima foi possível chegar ao LCA-P, Limite Crítico Ambiental de Fósforo, conforme equação linear abaixo citada.

Capacidade do solo de adsorção de Fósforo

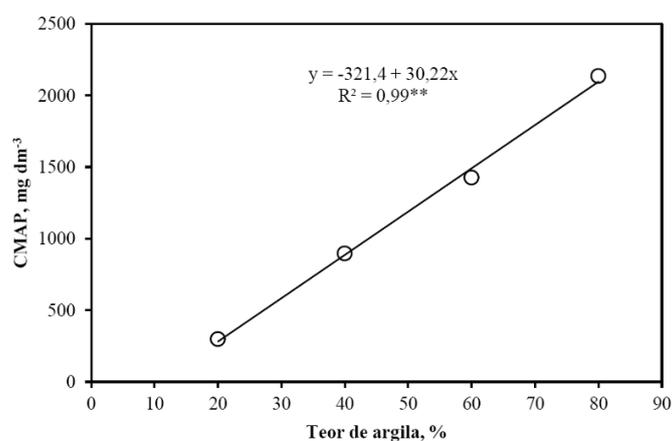


Figura 4. Aumento da capacidade máxima de adsorção de P (CMAP) em função do teor de argila do solo.** significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

Limite de respostas das plantas (Rendimento relativo e nível crítico ambiental – Fósforo na água)

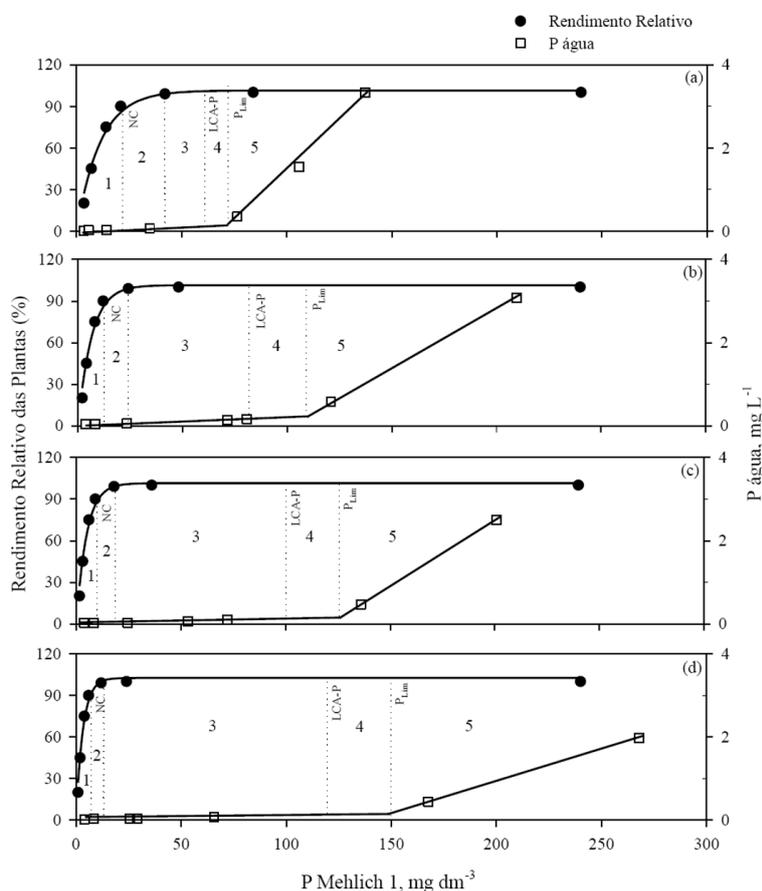


Figura 7. Representação esquemática do rendimento Relativo das plantas e teor de P na água em função da quantidade de P disponível no solo por Mehlich 1 em solos com 20 (a), 40 (b), 60 (c) e 80% de argila (d). As regiões 1, 2, 3, 4 e 5 significam respectivamente: faixa de fertilização; nível crítico para as plantas; faixa de uso do solo como meio de reciclagem de dejetos; faixa de risco ambiental elevado; faixa de poluição ambiental. NC: nível crítico para plantas; LCA-P: Limite Crítico Ambiental de P; P_{Lim}: teor limite de P para aumento da liberação de P na água.

Para simplificação do processo de diagnóstico, avaliação e recomendação chegou-se a uma Equação simplificada, representada abaixo, onde se leva em consideração o teor de argila do solo:

$$\text{LCA-P (mg dm}^{-3}\text{)} = 40 + \% \text{arg.}$$

Esta fórmula simples nos informa qual o limite crítico ambiental de fósforo que pode estar presente no solo sem causar danos ao meio ambiente. Limite este que deve ser respeitado e monitorado, conforme previsto no plano de Gestão Ambiental da FRIMESA.

Exemplo:

- Um solo com 35 % de argila, aplicando-se a equação acima sugerida por Gatiboni, 2014 teremos um LCA-P de 75 ppm de Fósforo, limite este de fósforo presente no solo que deverá ser respeitado para não causar eutrofização e danos ao meio ambiente.

7.1 – Amostras para Monitoramento

7.1.1 – Periodicidade

Considerando o sistema proposto e a baixa mobilidade do fósforo no solo e conforme citado por Nicoloso, 2014 o acompanhamento deverá ser realizado através de análise de solo a cada 4 anos, período este que pode coincidir com o processo de renovação da licença ambiental de operação.

7.1.2 - Número de Amostras

Para uma amostra representativa da área a ser monitorada será necessária uma amostra composta a cada 5 há.

7.1.3 – Profundidade de Amostragem

O sistema está calibrado para uma profundidade de 10 cm, por este motivo recomenda-se realizar amostragem nesta profundidade.

8. MEDIDAS DE FOMENTO PARA PROMOÇÃO DO USO DE TECNOLOGIAS EFICIENTES AMBIENTALMENTE

Para atender a condicionante 20 da Licença Prévia nº 114556 de 08/08/2016, a FRIMESA Cooperativa Central, juntamente com suas cooperativas filiadas, compromete-se a implantar as seguintes ações:

- a) Impressão de cartilhas “Gestão da Água na Suinocultura”, modelo em anexo;
- b) Treinamento das Equipes técnicas das Cooperativas, bem como dos suinocultores, fornecedores de matéria-prima para a FRIMESA, segundo as boas práticas de gestão prevista na Cartilha de Gestão da Água na Suinocultura;
- c) Viabilização de recursos para Calibração e Validação do LCA-P, Limite Crítico Ambiental para Fósforo no estado do Paraná;
- d) Treinamento da Equipe Técnica e Suinocultores, Fornecedores da FRIMESA, para implantação do Sistema de Gestão Ambiental na Suinocultura;
- e) Elaboração de Projetos Padrão de tratamento de Dejetos Suínos com uso de Compostagem e Biodigestores, e divulgação aos Cooperados

9. REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELI, A.;VARCO, J.J. Swine lagoon effluent as a source of nitrogen and phosphorus for summer forage grasses. *Agronomy Journal*, v. 93, p. 1174-1181, 2001.

ADELI, A.;VARCO, J.J.; ROWE, D.E. Swine effluent irrigation rate and timing effects on bermudagrass growth, nitrogen and phosphorus utilization, and residual soil nitrogen. *Journal of Environmental Quality*, v. 32, p. 681-686, 2003.

ADELI, A.;VARCO, J.J.; SISTANI, K.R.; ROWE, D. E. Effects of Swine Lagoon Effluent Relative to Commercial Fertilizer Applications on Warm-Season Forage Nutritive Value. *Agronomy Journal*, v. 97, p. 408-417, 2005.

BELLAVER, C.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. M. M.; LA GIOIA, D. Fornecimento de água dentro do comedouro e efeitos no desempenho, carcaça e efluentes da produção de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9., 1999, Belo Horizonte. Anais. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. p. 489-490.

BONAZZI, Giuseppe. *Liquami Zootecnici. Manuale per l'utilizzazione agronomica*. CRPA-Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, Italia. Edizioni L'Informatore Agrario, 2001. 320p.

BALDISSERA, I.T. Poluição por dejetos suínos no Oeste Catarinense. *Rev. Agropecuária Catarinense*, v.15, nº 1, p. 11-12, mar. 2002.

BALSALOBRE, M.A.A.; SANTOS, P.M.; BARROS, A.L.M. Inovações tecnológicas, investimentos financeiros e gestão de sistema de produção animal em pastagens. In: Simpósio sobre manejo de pastagem, 19, 2002, Piracicaba. FEALQ: ESALQ, 2002. p 1-30, 2002.

BLESS, H.G.; BEINHAUER, R.; SATTELMACHER, B. Ammonia emission from slurry applied to wheat stubble and rape in North Germany. *Journal Agriculture Science*, v. 117, n. 1, p. 225-231, 1991.

BASSO, C. J. Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos. Santa Maria, 2003. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; DURIGON, R. et al. Dejeito líquido de suínos: II-Perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. *Ciência Rural*, v. 35, n.6, p. 1305-1312, 2005.

CANTARELLA, H.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, O. Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens. In: Simpósio sobre manejo de pastagem, 19, 2002, Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz: ESALQ, 2002. p 99-132, 2002.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; VIEIRA, F.C.B.; HERBES, M.G.; MOREIRA, I.C.L.; BERWANGER, A.L. Dejeito líquido de suínos: I – perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. *Ciência Rural*, v.25, n.6, p.1296-1304, 2005.

CHRISMANN, A. Sistemas de manejo e utilização dos esterco de suínos nas pequenas propriedades rurais. Florianópolis: ACARESC, 6p. 1989.

CQFS RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p, 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução n430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. R. A.; PAVINATO, P. S. Produção de forragem em pastagem natural com uso de esterco líquido de suínos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, n. 4, p. 983-992, 2002.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 1999.

GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.dos.S.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J. Formas de fósforo no solo após sucessivas adições de dejetos líquidos de suínos em pastagem natural. R. Bras. Ci. Solo, 32:1753-1761, 2008.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA. Aproveitamento pelo milho do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em plantio direto e preparo reduzido do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.44, p.761-768, 2009.

HOULBROOKE, D.J.; HORNE, D.J.; HEDLEY, M.J.; SNOW, V.O.; HANLY, J.A. Land application of farm dairy effluent to a mole and pipe drained soil: implications for nutrient enrichment of winter-spring drainage. Australian Journal of Soil Research, v.46, p.45-52, 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário, 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 13/12/07.

INSTITUT TECHNIQUE DU PORC. Memento de l'éleveur de porc. Paris : ITP, 2000. 374p.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. Síntese anual da agricultura de Santa Catarina, 2009-10. Florianópolis:INSTITUTO CEPA/SC, 2010.

LEVASSEUR, P. Composition et volume de lisier produit par le porc: Données bibliographiques. Techni Porc, Institut Technique du Porc – ITP, Paris, 1998, vol. 21, n. 4, 8p.

MATTIAS, J.L. Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suíno em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina. Santa Maria, 2006. 164 p. (Tese) – Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

MARTHA JUNIOR, G. B. Balanço de 15N e perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim elefante. Piracicaba, 1999. 75 p. (Dissertação) - Universidade de São Paulo, 1999.

MARTHA JUNIOR, G. B. Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim Tânzania. Piracicaba, 2003. 149 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, C. Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes em pastagens. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2002. 32 p.

MIRANDA, M. Desempenho agronômico da grama missioneira gigante em latossolo com uso de dejetos líquido de suíno. Passo Fundo, 2010. 111 p. (Tese) – Universidade de Passo Fundo, 2010.

NARDI, Vanessa Karina. Produção de efluente e balanço de nutrientes em granjas de terminação de suínos no oeste do estado do Paraná. 2009. 67p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

OLIVEIRA, P. A. V. de. Modelo matemático para estimar a evaporação d'água contida nos dejetos, em sistemas de criação de suínos sobre cama de maravalha e piso ripado, nas fases de crescimento e terminação. *Journal of the Brazilian Society of Agricultural Engineering*, v.23, n.3, p.398-626, 2003.

OLIVEIRA, P. A.V. de (Coord.). Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).

OLIVEIRA et al.. Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente, 2004. 109p.

OLIVEIRA et al.. Gestão ambiental de propriedades suinícolas: experiência do projeto suinocultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente, 2006. 105p.

PAUL, J.W.; BEAUCHAMP, E.G. Availability of manure slurry ammonium for corn using 15N-labelled (N-NH₄)₂SO₄. *Canadian Journal of Soil Science*, v.75, p.35-42, 1995.

PERDOMO, C. C. Alternativas para o manejo e tratamento dos dejetos de suínos. 2001. 16-26 p.

PERDOMO, C. C.; DALLA COSTA, O. A. Avaliação da eficiência do "Bebedouro Ecológico" marca Perozin. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 8p. Relatório Final do Contrato de Cooperação Técnica entre a Perozin Indústria Metalúrgica Ltda e Embrapa Suínos e Aves RN 013/97 – publicado no Boletim de Comunicações Administrativas da Embrapa - BCA n.26/97, em 20.06.1997.

PRIMAVESI, A.C.; FREITAS, A.R.; PRIMAVESI, O. Qualidade ambiental em sistemas intensivos de produção de bovinos de leite, na microbacia do ribeirão Canchim: indicadores, manejo e problemas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 70 p. 2001.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; DA SILVA, A.G.; DE FREITAS, A.R. Adubação Nitrogenada em Capim-Coastcross: Efeitos na Extração de Nutrientes e Recuperação Aparente do Nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A.G.; CANTARELLA, H. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 3, p. 683-690, 2006.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, 341 p. 2011.

SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante. Florianópolis: EPAGRI, 46 p. (Boletim técnico), 1996.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T. Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizante. In: Dia de campo sobre manejo e utilização de dejetos de suínos, 1, 1994, Concórdia. Embrapa Suínos e Aves: EPAGRI/FATMA, p 33-37, 1994.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; DIAS, L. F. X. Potencial fertilizante do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense. Agropecuária Catarinense, v. 8, p. 35-39, 1995.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T.; NESI, C.N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.123-131, 2007.

SOMMER, S. G.; FRIIS, E.; BACH, A.; SCHJORRING, J. K. Ammonia volatilization from pig slurry applied with trail hoses or broadcast to winter wheat: effects of crop developmental stage, microclimate, and leaf ammonia absorption. Journal of Environmental Quality, v. 26, n. 4, p. 1153-1160, 1997.

SORENSEN, P.; AMATO, M. Remineralisation and residual effects of N after application of pig slurry to soil. European Journal of Agronomy, v.16, p.81-95, 2002.

SINOTTI, Ana Paula dos Santos. Avaliação do volume de dejetos e da carga de poluentes produzidos por suíno nas diferentes fases do ciclo criatório. 2005. 85p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues Tavares. Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura. 2012. 230p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. e VOLKWEIS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 174p. 1995.

THOMPSON, R.B.; PAIN, B.F.; REES, Y.J. Ammonia volatilization from cattle slurry following surface application to grassland. Plant and Soil, v. 125, n. 1, p. 119-128, 1990.