

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MAURÍCIO DA FRÉ

ANÁLISE DA SITUAÇÃO AMBIENTAL DE SOLOS UTILIZADOS PARA  
DISTRIBUIÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS NA REGIÃO MEIO-OESTE  
CATARINENSE.

CURITIBA

2015

MAURÍCIO DA FRÉ

ANÁLISE DA SITUAÇÃO AMBIENTAL DE SOLOS UTILIZADOS PARA  
DISTRIBUIÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS NA REGIÃO MEIO-OESTE  
CATARINENSE.

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialização em Economia e Meio Ambiente no curso de Pós-graduação em Economia e Meio Ambiente, Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Charles Carneiro.

CURITIBA

2015

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela força e proteção, permitindo a concretização deste trabalho.

Aos meus pais Celestino e Terezinha, pelo apoio e dedicação em toda a minha vida, por terem orientado minha formação, pelo incentivo e compreensão especialmente nesta etapa.

À minha irmã Larissa, pelo apoio, carinho e confiança.

À meu orientador professor Dr. Charles Carneiro, obrigado pelo voto de confiança e ensinamentos.

Aos colegas de profissão Carlos Regi Pereira, Fabricio Fachin e Rodolfo Carlos Zenere pelo auxílio na coleta de dados das análises de solo na Fundação do Meio Ambiente.

Aos professores do Curso de Economia e Meio Ambiente, por terem contribuído na minha formação profissional.

Aos colegas e amigos do Curso, que mesmo com poucas oportunidades de contato, pela oportunidade de aprendizado e pelos momentos de descontração e alegria.

À todos que, de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

## RESUMO

O estado de Santa Catarina é o maior produtor de suínos do país. A atividade se concentra em regiões específicas como o meio-oeste, local onde se tem aumentado nos últimos anos os impactos ambientais decorrentes desta atividade. O presente trabalho teve como objetivo analisar a condição ambiental de solos utilizados para distribuição de dejetos de suínos na região meio-oeste catarinense. Para isso, mensurou-se a quantidade de dejetos de suínos produzidos e a quantidade aplicada em áreas de lavouras. Por meio de análises de solo da região avaliou-se os níveis de presença e acúmulo de P e K bem como análises comparativas entre os níveis dos elementos e a legislação ambiental vigente. A análise identificou que apenas para o município de Lacerdópolis, o volume de dejetos líquidos distribuídos em áreas de lavoura atingiu 51,09 m<sup>3</sup>/ha/ano excedendo o permitido na legislação. A porcentagem de amostras de solo analisadas que estão na faixa de interpretação agrônômica do fósforo no nível muito alto foi de apenas 9,80%. Em relação ao Limite Crítico Ambiental de P (LCA-P) das análises de solo avaliadas, somente 0,2% superou o LCA-P recomendado pela legislação. A porcentagem de amostras de solo analisadas que estão na faixa de interpretação agrônômica do potássio no nível muito alto foi de 54,4%. Considerando o excedente de nutrientes nos solos analisados são propostas possíveis medidas de prevenção como a adoção de práticas conservacionistas: o terraceamento, cultivo em nível, plantio direto, aplicação parcelada dos dejetos; alterar o tipo de concepção das edificações; utilizar de outras formas de tratamento dos dejetos como: biodigestores, Sistrates e compostagem. Utilizar algumas destas medidas é uma forma de alcançar a preservação ambiental e possibilitar minimização de futuros impactos causados pela suinocultura.

**Palavras-chave:** dejetos de suínos, fósforo, potássio, bioacumulação.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Imagem de satélite mostrando o grande número de pocilgas instaladas na região. .....	17
<b>Figura 2</b> Principais estoques e fluxos do ciclo global do fósforo. ....	26
<b>Figura 3</b> Representação esquemática do rendimento das culturas em função do teor de fósforo no solo onde é identificado o Nível Crítico de P para as plantas e o limite crítico Ambiental.....	30
<b>Figura 4</b> Relação entre o rendimento relativo de uma cultura e o teor de um nutriente no solo.....	31
<b>Figura 5</b> Relação entre o rendimento relativo de culturas e o teor de P no solo extraído pela solução de Mehlich-1. ....	32
<b>Figura 6</b> Níveis de Limite Crítico Ambiental para P no Solo (LCA-P).....	33
Figura 7 Ciclo do K no sistema solo-planta. ....	35
<b>Figura 8</b> Relação entre o rendimento relativo de culturas e o teor de K no solo extraído pela solução de Mehlich-1. ....	39
<b>Figura 9</b> Mesorregião Oeste do estado de Santa Catarina.....	41
<b>Figura 10</b> Mapa indicando a classificação climática de KÖPPEN do estado de Santa Catarina.....	43
<b>Figura 11</b> Distribuição espacial dos teores de argila determinados pelo método da rotina em amostras coletadas na camada de até 20 cm em lavouras no estado de Santa Catarina....	45
<b>Figura 12</b> Mapa da vegetação predominante do estado de Santa Catarina. ....	48
<b>Figura 13</b> Mapa hidrográfico do estado de Santa Catarina.....	49
<b>Figura 14</b> Rebanho suíno alojado .....	51
<b>Figura 15</b> Mapa da região meio-oeste catarinense com pontos das unidades produtoras de suínos.....	56
<b>Figura 16</b> Resultado em porcentagem da média geral das faixas de interpretação agrônômica das análises de solo para o P para os dez municípios.....	64
<b>Figura 17</b> Resultado em porcentagem da média geral das faixas de interpretação agrônômica das análises de solo para o P para os dez municípios.....	67

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Densidade demográfica de habitantes e suínos. ....	16
<b>Tabela 2</b> Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos.....	22
<b>Tabela 3</b> Volume diário de dejetos líquidos (Litros/animal/dia) produzido em sistemas especializados de produção de suínos no estado de Santa Catarina.....	23
<b>Tabela 4</b> Composição química de algumas amostras de dejetos de suínos em teores totais. ....	23
<b>Tabela 5</b> Composição química média dos dejetos suínos obtida na Unidade do Sistema de Tratamento de Dejetos da Embrapa, Concórdia – SC.....	24
<b>Tabela 6</b> Municípios abrangidos no estudo e algumas características.....	42
<b>Tabela 7</b> Número de animais, superfície agrícola útil – SAU em (ha) e volume l/ha/dia. ....	52
<b>Tabela 8</b> Interpretação do teor de P no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila. ....	58
<b>Tabela 9</b> Interpretação do teor de K conforme as classes de CTC do solo a pH 7,0.....	60
<b>Tabela 10</b> Volume de dejetos líquidos em m <sup>3</sup> distribuídos em áreas de lavoura por hectare/ano.....	61
<b>Tabela 11</b> Resultado em porcentagem das faixas de interpretação agrônômica das análises de solo para o fósforo por município. ....	63
<b>Tabela 12</b> Resultados em porcentagem de análises de solo por município em relação ao LCA-P.....	65
<b>Tabela 13</b> Resultado em porcentagem das faixas de interpretação agrônômica das análises de solo para o fósforo por município .....	66
<b>Tabela 14</b> Limite crítico agrônômico e limite crítico ambiental do P para os estados dos Estados Unidos da América, relação limite Amb/Agr e método de extração. ....	70
<b>Tabela 15</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Catanduvas. ....	84
<b>Tabela 16</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Erval Velho. ....	84
<b>Tabela 17</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Ibicaré. ....	84
<b>Tabela 18</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Joaçaba. ....	85
<b>Tabela 19</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Lacerdópolis.....	86

<b>Tabela 20</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Luzerna. .....	86
<b>Tabela 21</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Ouro..	87
<b>Tabela 22</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Ponte Serrada. ....	87
<b>Tabela 23</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Treze Tílias. ....	88
<b>Tabela 24</b> Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Vargem Bonita. ....	88

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ABIPECS	Associação Brasileira de Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína
ACCS	Associação Catarinense de Criadores de Suínos
CODAM	Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CRP	Coordenadoria Rio do Peixe
DLS	Dejeto Líquido de Suíno
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FATMA	Fundação do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LCA-P	Limite Crítico Ambiental de P
SAU	Superfície Agrícola Útil
UPL	Unidade de Produção de Leitões

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS .....	13
2.1 Objetivo Geral .....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3 REVISAO BIBLIOGRÁFICA .....	14
3.1 PANORAMA DA SUINOCULTURA BRASILEIRA E MUNDIAL.....	14
3.2 SUINOCULTURA CATARINENSE .....	15
3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE SUINÍCOLA.....	17
3.3.1 QUALIDADE DA ÁGUA, AR E SUINOCULTURA.....	17
3.3.2 QUALIDADE DO SOLO E A SUINOCULTURA .....	20
3.4 DEJETOS DE SUÍNO .....	21
3.5 ANÁLISE COMPARATIVA: NUTRIENTES X LEGISLAÇÃO .....	24
3.6 FÓSFORO .....	25
3.6.1 CICLO DO FÓSFORO.....	25
3.6.2 DINÂMICA E DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO NO SISTEMA SOLO-PLANTA	27
3.6.3 SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA E EXCESSO DE FÓSFORO .....	28
3.6.4 LIMITE CRÍTICO AMBIENTAL E AGRONÔMICO DO FÓSFORO.....	29
3.7 POTÁSSIO.....	34
3.7.1 CICLO DO POTÁSSIO .....	34
3.7.2 DINÂMICA E DISPONIBILIDADE DO POTÁSSIO NO SISTEMA SOLO-PLANTA	35
3.7.3 SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA E EXCESSO DE POTÁSSIO.....	37
3.7.4 LIMITE CRÍTICO AGRONÔMICO DO POTÁSSIO.....	38
4 MATERIAIS E MÉTODOS .....	40
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	40
4.1.1 SELEÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO .....	41
4.1.2 ECONOMIA .....	42
4.1.2 CLIMA.....	42
4.1.3 RELEVO E SOLO.....	44
4.1.4 VEGETAÇÃO .....	46
4.1.5 HIDROGRAFIA .....	48
4.2 PRODUÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS.....	50

4.3 ANÁLISES DE SOLO: MACRO NUTRIENTES .....	53
4.3.1 FÓSFORO .....	57
4.3.2 POTÁSSIO .....	59
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
5.1 PRODUÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS.....	61
5.2 ANÁLISES DE SOLO MACRONUTRIENTES .....	62
5.2.1 FÓSFORO .....	62
5.2.2 POTÁSSIO .....	66
5.3 ANÁLISE COMPARATIVA: NUTRIENTES X LEGISLAÇÃO .....	69
5.4 RECOMENDAÇÕES AOS PROBLEMAS ASSOCIADOS AO USO DE DEJETOS DE SUÍNOS .....	71
6 CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS.....	77

## 1 INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina é considerado o maior produtor de suínos do país com um rebanho de cerca de 6,9 milhões de cabeças e a atividade de suinocultura neste estado fica, concentrada em alguns locais específicos como a região meio-oeste (IBGE, 2015).

A suinocultura é desenvolvida principalmente no sistema de criação intensiva. Sendo assim, devido a grande densidade de animais por unidade de área, tem aumentado nos últimos anos os impactos ambientais decorrentes desta atividade (SEGANFREDO, 2007).

Os impactos ambientais relacionados a esta atividade são em decorrência principalmente do grande número de dejetos gerados pelos suínos. Estes dejetos possuem grande carga poluente e quando são utilizados como fertilizantes dispostos nas lavouras e podem causar sérios riscos de contaminação do solo e mananciais de águas (SEGANFREDO, 2007).

Os impactos ambientais gerados ao solo estão relacionados à aplicação de dejetos sem a utilização de práticas agronômicas adequadas, levando ao acúmulo de macro nutrientes como o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e também micronutrientes (alguns metais pesados), como o cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe), entre outros, além da contaminação por patógenos (BASSO *et al.*, 2012; BERWANGER, *et al.*, 2008; SEGANFREDO, 2007).

A eutrofização artificial causada pela atividade agrícola de suinocultura é um processo no qual ocorrem significativas modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e no nível de produção do sistema (ANDREOLI; CARNEIRO, 2005; ESTEVES, 1998).

Desta forma em relação aos recursos hídricos a presença de N e P e material orgânico nos dejetos de suínos podem resultar num processo de eutrofização das águas superficiais e excesso de nitrato nas águas subterrâneas. O excesso destes nutrientes nos recursos hídricos pode ser considerada uma forma de poluição ambiental (ESTEVES, 1998; SILVA; BASSI, 2012).

Além dos impactos ambientais ao solo e água, a suinocultura também causa a poluição do ar com a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa, tais como metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), e gases

poluentes como gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) que participa na formação das chuvas ácidas e também é odorífero, causando muito desconforto à população que necessita conviver (SILVA, 2012).

Nas últimas décadas questões relacionadas aos problemas ambientais passaram a ganhar maior repercussão e, os impactos ambientais causados pela atividade da suinocultura que tem grande potencial poluidor, vem causando grande preocupação. Este problema ambiental merece ser tratado com a devida atenção, pois apesar de tudo, a suinocultura constitui o principal pilar da economia na região por ser uma atividade fortemente ligada à agricultura familiar (SEGANFREDO, 2007; COLETTI; LINS, 2010; VOTTO, 1999).

O objetivo geral do trabalho é analisar a condição ambiental de solos utilizados para disposição de dejetos de suínos na região meio-oeste do estado de Santa Catarina por meio da mensuração da quantidade de dejetos de suínos produzidos, quantidade de áreas de lavoura disponíveis para utilização deste fertilizante animal, análises de solo e comparativos com legislação ambiental vigente.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a condição ambiental de solos utilizados para distribuição de dejetos de suínos na região meio-oeste do estado de Santa Catarina.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Mensurar a quantidade de dejetos de suínos produzidos;
- Avaliar análises de solo da região para verificar os níveis de presença e acúmulo de fósforo e potássio;
- Realizar análise comparativa entre os níveis de fósforo e potássio observados e a legislação vigente;
- Identificar problemas relacionados às altas concentrações e propor recomendações.

### **3 REVISAO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 PANORAMA DA SUINOCULTURA BRASILEIRA E MUNDIAL**

Com uma produção mundial em 2014 de 110.6 bilhões de toneladas, a carne mais consumida no mundo é suína. O Brasil é o quarto maior produtor com uma produção de 3,34 milhões de toneladas perdendo apenas para China com 56.50 mi de toneladas, para os 27 países da União Europeia (EU) com 22,4 mi de toneladas e EUA 10,3 mi de toneladas (ABPA, 2014).

Dentre as exportações mundiais que totalizam 6,85 milhões de toneladas, o Brasil também tem posição relevante. Os quatro principais exportadores são EUA, EU-27 e Canadá, seguido pelo Brasil que exporta a sua produção de carne suína para mais de 80 países de todos os continentes. No setor de importações de carne suína os países de destaque são o Japão, China, México e Rússia (ABPA, 2014).

A suinocultura é uma atividade importante para a economia brasileira, sendo responsável pela sustentação do desenvolvimento econômico e social de muitos municípios brasileiros, pois gera empregos e renda para 605 mil pessoas no campo, na indústria, no comércio e nos serviços (ABIPECS, 2013).

No Brasil a suinocultura é desenvolvida principalmente na região sul do Brasil, local onde se tem quase 50% de todo o rebanho nacional. Em algumas microrregiões geográficas como Concórdia e Joaçaba, região de estudo deste trabalho, localizadas na mesorregião do Oeste Catarinense está a maior concentração de suínos. Do ponto de vista ambiental este elevado número de rebanho torna-se preocupante (ABPA, 2014; SEGANFREDO, 2007).

A expansão da produção está tomando direção para algumas áreas das regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, fortalecidas com a instalação de grandes plantas frigoríficas nestas regiões e principalmente em busca de matérias primas como o milho e soja para fabricação das rações permitindo assim a redução do custo de produção. Mesmo com essa migração a região Sul, caracteriza-se por ser a região com maior número de rebanho, matrizes tecnificadas, abates e exportações (ABIPECS, 2013).

Considerando que o consumo de kg per capita de carne suína no Brasil teve um aumento em relação ao final da década passada e que a produção e exportação

criaram respectivamente 1,50% e 5,05% em relação a 2014 para 2015 segundo estimativas da ABPA, (2015), desta forma o Brasil é um país indicado para a expansão da suinocultura.

### **3.2 SUINOCULTURA CATARINENSE**

A suinocultura no estado de Santa Catarina é muito tradicional e surgiu no final do século XIX e início do século XX, com a imigração europeia para os estados do Sul. Devido aos hábitos alimentares destes imigrantes de produzir e consumir suínos, bem como, um padrão próprio de industrialização, a atividade de suinocultura foi inicialmente introduzida no Vale do Itajaí, por imigrantes alemães e no oeste por agricultores vindos do Rio Grande do Sul (ACCS, 2013).

Com um plantel de 6,9 milhões de suínos Santa Catarina e uma produção industrial de 790,3 toneladas de carne suína este estado classifica-se como o maior produtor de suínos e também o maior exportador de carne suína do país (ACCS, 2013). Os produtos de origem suína que são exportados são carcaças, cortes, miúdos, gordura, tripas, couros e peles cada um com sua fração (ACCS, 2013; ABIPECS, 2013; IBGE 2015).

Para termos uma noção de quanto à atividade de suinocultura está concentrada nesta região meio-oeste catarinense, no Brasil a densidade de animais é de apenas 4,1 suínos/km<sup>2</sup> e a média dos municípios avaliados atinge 227,91 suínos/km<sup>2</sup>. Indicando como é grande a desigualdade em relação à distribuição espacial desta atividade agropecuária neste país (SEGANFREDO, 2007).

Na Tabela 1 esta apresentada a densidade demográfica de habitantes e suínos por Km<sup>2</sup> dos 10 municípios avaliados neste estudo.

**Tabela 1** Densidade demográfica de habitantes e suínos.

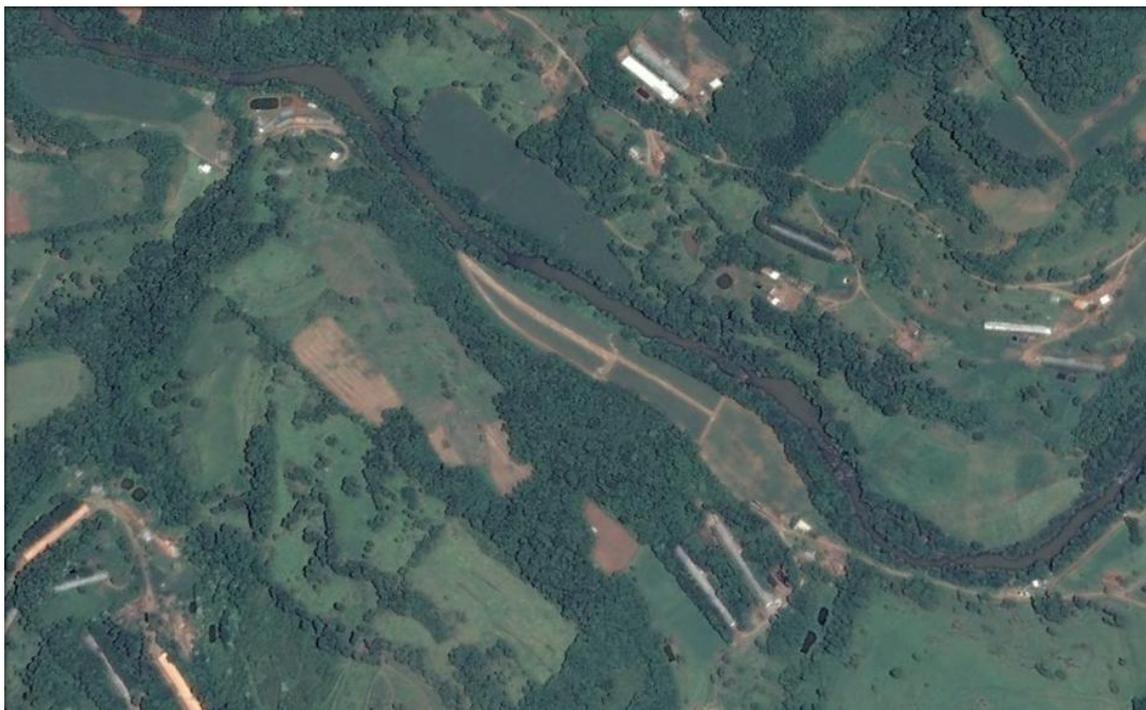
<b>Município</b>	<b>Densidade demográfica</b>	
	Habitantes/Km <sup>2</sup>	Suínos/Km <sup>2</sup>
<b>Catanduvas</b>	48,43	50,41
<b>Erval Velho</b>	20,99	213,98
<b>Ibicaré</b>	21,65	217,15
<b>Joacaba</b>	116,35	259,18
<b>Lacerdópolis</b>	31,92	710,55
<b>Luzerna</b>	47,30	126,88
<b>Ouro</b>	34,50	304,95
<b>Ponte Serrada</b>	19,54	69,41
<b>Treze Tílias</b>	33,97	285,52
<b>Vargem Bonita</b>	16,06	41,07
<b>Média</b>	39,07	227,91

Fonte: IBGE, 2010.

Na Figura 1 pode-se visualizar uma imagem de satélite mostrando o grande número de pocilgas instaladas na mesorregião do Oeste Catarinense fato este que torna Santa Catarina como um dos estados brasileiros de destaque na produção de suínos. Vale destacar nesta imagem a proximidade das instalações para o curso d'água (ACCS, 2013).

Um dos motivos da grande exportação está relacionado à conformidade entre a legislação de inspeção industrial e sanitária as normas de sanidade exigidas pelo país importador. Em relação à sanidade dos animais o plantel de suínos criados no estado é livre de doenças como Febre Aftosa, Doença de Aujeszky e Peste Suína Clássica (ACCS, 2013; ABIPECS, 2013; IBGE 2015).

O oeste catarinense possui em sua grande maioria pequenas propriedades rurais que obtém seu sustento na bovinocultura de leite, suinocultura, avicultura e pequenos cultivos de lavouras sendo os principais de soja, milho e trigo. Em virtude da produção de grãos, especialmente o milho, e devido ao parque industrial pioneiro a atividade foi impulsionada tornando-se muito importante para a região, pois esta atividade gera renda para muitas famílias além de empregos indiretos (ACCS, 2013).



**Figura 1** Imagem de satélite mostrando o grande número de pocilgas instaladas na região.  
Fonte: Google Earth, 2014.

### **3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE SUINÍCOLA**

#### **3.3.1 QUALIDADE DA ÁGUA, AR E SUINOCULTURA**

Uma das grandes questões referentes à problemática ambiental diz respeito a preservação da água doce em quantidade e qualidade para o consumo humano atual e futuro. Desta forma a avaliação dos recursos hídricos é uma necessidade que exige atenção dos órgãos ambientais (SEGANFREDO, 2007).

A água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável e o equilíbrio ecológico aquático não deve ser afetado pela deterioração da qualidade das águas. Por isso a legislação ambiental brasileira já define condições e padrões de lançamento de efluentes como dispõe na Resolução CONAMA n°. 357 de 2005.

Pesquisas apontam que a atividade de suinocultura na região oeste catarinense está relacionada diretamente ao problema da qualidade da água (ASSIS, 2007; SOUZA, 2005, NOLASCO *et al.*, 2005, SILVA; BASSI, 2012; MALHEIROS *et al.*, 2009). Assim, torna-se necessário adotar estratégias para o correto gerenciamento das bacias hidrográficas, com o intuito de mitigar os efeitos

da poluição e evitar que novos mananciais sejam contaminados (SEGANFREDO, 2007).

Com o intuito de verificar o nível de poluição hídrica gerada pelos dejetos de suínos Assis; Muratori, (2007) realizou análises da água do rio Quilombo, o qual está localizado, na região oeste de Santa Catarina onde a atividade de suinocultura é fortemente desenvolvida. Em seu trabalho os resultados apontaram que o meio hídrico superficial da região apresenta características químicas e biológicas alteradas.

Em relação aos coliformes totais encontraram-se amostras de água com quantidades superiores aqueles estabelecidos pelas legislações federal e estadual. Em relação aos coliformes fecais, também foi verificado valores fora dos limites permitidos sendo estes sinais indicativos de que o rio recebeu carga poluidora (ASSIS; MURATORI, 2007).

A eutrofização dos recursos hídricos pode ser um processo natural ou artificial e, em ambas as formas, ocorre a partir do seu enriquecimento das águas por nutrientes. Este excesso de nutrientes propicia o crescimento excessivo das plantas aquáticas em níveis que podem ser considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água resultando então na degradação da qualidade das águas (ANDREOLI; CARNEIRO, 2005; ESTEVES, 1998).

A eutrofização natural de ecossistemas aquáticos é um processo muito raro e lento em comparação á eutrofização artificial e dependem da variação das condições ambientais, como por exemplo, o transporte de sedimentos e cargas inorgânicas (ANDREOLI; CARNEIRO, 2005; ESTEVES, 1998).

A eutrofização artificial ocorre devido a atividades antrópicas normalmente causadas por descargas de efluentes agrícolas, como o caso dos dejetos de suínos, urbanos ou industriais ricos em nutrientes como o P e o N. A adição em excesso destes nutrientes eleva a quantidade de algas ocasionando um desequilíbrio das cadeias tróficas resultando em alterações nos ciclos biogeoquímicos (ANDREOLI; CARNEIRO, 2005; ESTEVES, 1998).

Como consequência da eutrofização esta a perda de biodiversidade aquática. Devido a alteração na disponibilidade de oxigênio e no suprimento alimentar ocorre o declínio de algumas espécies menos tolerantes a baixos níveis de oxigênio e na

fauna bentônica passa haver o predomínio de larvas de *chironomídeos* vermelhos e vermes oligoquetas (ANDREOLI; CARNEIRO, 2005; ESTEVES, 1998).

Dentre as consequências negativas da eutrofização ocorre a alteração no padrão de oxigenação da água, floração de algas, cianobactérias e macrofitas aquáticas, restrição aos usos da água, efeitos sobre a saúde humana e aumento nos custos para tratamento da água (ANDREOLI; CARNEIRO, 2005; ESTEVES, 1998).

Considerando que o P é vital para os organismos vivos e que a maioria das espécies do reino vegetal apresenta incrementos na biomassa devido ao aumento na sua disponibilização, o excesso deste nutriente nas águas pode resultar na eutrofização (ANDREOLI; CARNEIRO, 2005; ESTEVES, 1998).

A partir de estudos de Assis; Muratori, (2007) que levou em consideração análises de água, devido ao nível excessivo de nutrientes no corpo d'água, principalmente N e P sugere-se que o rio Quilombo está em risco ambiental (SOUZA, 2005).

Com relação ao macro nutriente P total todos os pontos de uma das coletas apresentou valores além do permitido segundo Resolução do CONAMA n<sup>o</sup>. 357 de 2005. Isto é um indicativo que, em virtude da aplicação de fertilizante no solo este nutriente foi carregado de áreas agrícolas para águas naturais provocando a presença excessiva de P (ASSIS; MURATORI, 2007).

Além das águas superficiais, as subterrâneas também podem ser atingidas pelos dejetos suínos. Malheiros *et al.*, (2009) avaliaram 212 amostras de águas subterrâneas em diversas propriedades rurais no oeste catarinense, e os resultados demonstraram que 75,94% do total das amostras de água dos poços avaliados estavam impróprias para o consumo humano.

A presença de coliformes verificada nestas águas as torna não potáveis, de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Desse modo, segundo os autores, o elevado número de amostras com contaminação bacteriológica é preocupante, pois as bactérias que podem ser ali encontradas como, por exemplo, *Salmonella* spp. e *Escherichia coli*, além de protozoários (*Giardia* spp.) e vírus (enterovírus, parvovírus e rotavírus) representam grande risco à saúde humana e animal, uma vez que podem gerar enfermidades (MALHEIROS, *et al.*, 2009).

Armazenados principalmente em esterqueiras, os dejetos de suínos produzem o dióxido de carbono, o metano, o óxido nitroso e a amônia, gases que merecem atenção, pois possuem a capacidade de aumentar o efeito estufa, além do

mais provocam cheiros desagradáveis e contribuem para o comprometimento da qualidade do ar (SEGANFREDO, 2007).

Em comunidades em que a produção de suínos se concentra, a poluição do ar causada pelos dejetos de suínos acaba expulsando até mesmo os próprios moradores do local. Desta forma, além de estimular a migração rural também compromete qualquer iniciativa de concretização do turismo rural ou do agroturismo, que se constituem em uma das alternativas para o desenvolvimento rural (MELLO; FIILIPPI, 2007).

### **3.3.2 QUALIDADE DO SOLO E A SUINOCULTURA**

Os dejetos de suínos são resíduos orgânicos que vem sendo utilizados há décadas como fertilizante do solo, por possuírem elementos químicos como o N, P, K, Cu e Zn entre outros que ao, serem adicionados ao solo, podem se constituir em nutrientes para o desenvolvimento das plantas (SEGRANFREDO, 2007).

Estes nutrientes atuam no desenvolvimento das plantas da mesma forma que os fertilizantes químicos. Os dejetos de suínos possuem composição química muito variável, em função principalmente da alimentação e manejo da água utilizados nos sistemas de criação de suínos (SEGRANFREDO, 2007).

Os dejetos de suínos podem apresentar quantidades de nutrientes desproporcionais em relação àquelas necessárias para as plantas. Com isso, as adubações contínuas com dejetos poderão ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo (SEGRANFREDO, 2007).

A aplicação de grandes quantidades de dejetos ao solo, frequentemente considerada uma maneira prática e econômica de se retirar tais resíduos das instalações, pode provocar o acúmulo de nutrientes no solo, que por sua vez, poderão resultar em prejuízos econômicos diretos aos agricultores (SEGRANFREDO, 2007).

Entre os impactos negativo do excesso de dejetos no solo percebíveis em curto prazo pode-se destacar a menor opções para a diversificação das atividades agropecuárias, pela redução do número de espécies possíveis de serem cultivadas, em função da diferente suscetibilidade de cada espécie aos desequilíbrios químicos

provocados no solo, ao acamamento e queda na produtividade de cereais, especialmente devida ao excesso de nitrogênio (SEGRANFREDO, 2007).

BERWANGER *et al.*, (2008), avaliaram a aplicação de dejetos líquidos de suínos na superfície do solo sob sistema plantio direto e a quantidade de P encontrada foi superior àquela exportada pelas culturas. A concentração de equilíbrio de P também foi alterada pela aplicação de dejetos líquidos de suínos, indicando um favorecimento à dessorção de P caso os solos sejam erodidos para mananciais de águas superficiais.

Além dos macros nutrientes uma grande quantidade de micronutrientes como, por exemplo, zinco (Zn), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni), manganês (Mn) e cádmio (Cd) podem estar em elevadas quantidades na composição dos dejetos de suínos (BASSO *et al.*, 2012).

Segundo Kiehl (1985) boa parte destes nutrientes ingeridos não são totalmente absorvidos pelo sistema digestivo do animal, dos nutrientes contidos nas rações ingeridas pelos suínos, entre 30 a 60% são convertidos em ganho de peso, sendo o restante excretado pelos animais.

Considerando no caso o elemento Cu, quando está presente nos dejetos de suínos em excesso caso não seja extraído pelas plantas se tornará fonte de acúmulo no solo. Desta forma Cavalheiro; Trindade, (1992), relataram que pode ser prejudicial o acúmulo excessivo deste nutriente na forragem podendo desencadear a intoxicação de animais como é o caso que ocorre com ovelhas.

### **3.4 DEJETOS DE SUÍNO**

A quantidade total de dejetos produzidos por um suíno em determinada fase do seu desenvolvimento, é um dado fundamental para o desenvolvimento da atividade de suinocultura inclusive em relação à questão ambiental, sendo assim, as quantidades de fezes e urina por categoria de suínos estão apresentadas na Tabela 2 (OLIVEIRA, 1993).

**Tabela 2** Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos.

<b>Categoria</b>	<b>Esterco (Kg/dia)</b>	<b>Esterco + urina (Kg/dia)</b>
Suínos 25 a 100 Kg	2,30	4,90
Porcas Gestação	3,60	11,00
Porcas Lactação + Leitões	6,40	18,00
Cachaço	3,00	6,00
Leitões na creche	0,35	0,95

Fonte: Oliveira, (1993).

O Dejeito Líquido de Suíno (DLS) é um resíduo com elevadas concentrações orgânicas, de cor escura e odor desagradável onde sua constituição é formada de fezes, urina, restos de ração e água de lavagem das instalações, água desperdiçada pelos bebedouros, pelos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo criatório (DIESEL, 2002; KONZEN, 1980).

Estes dejetos produzidos apresentam variações quantitativas e qualitativas que estão basicamente associadas ao sistema de manejo utilizado. O volume de efluente, assim como sua composição química, dependem de inúmeros fatores como, por exemplo, a raça, idade do animais, manejo da água, melhoria da eficiência alimentar, utilização de antibióticos como promotores de crescimento, uso de alimentação em múltiplas fases, criação dos animais em sexos separados e eventuais tratamentos dos animais (SEGRANFREDO, 2007; KONZEN, 1980).

A parceria de algumas organizações governamentais, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Suínos e Aves - EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina - EPAGRI, desenvolveu uma recomendação prática, onde a quantidade total de dejetos produzida por um suíno é estimada de acordo com o sistema produtivo utilizado pelo produtor, ou seja, varia de acordo com o seu desenvolvimento. Na Tabela 3 é apresentado o volume diário de dejetos líquidos (Litros/animal/dia) produzido em sistemas especializados de produção de suínos no estado de Santa Catarina (FUNDACAO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

**Tabela 3** Volume diário de dejetos líquidos (Litros/animal/dia) produzido em sistemas especializados de produção de suínos no estado de Santa Catarina.

Modelos de Sistema de Produção de Suínos	Massa suínos (kg)	Volume Dejetos (L/animal/dia)
Ciclo Completo (CC)	-	47,1
Unidade de Produção de Leitões (UPL)	-	22,8
Unidade de Produção de Desmamados (UPD)	-	16,2
Crechários (CR)	6 - 8	2,3
Unidade de Terminação (UT)	23 - 120	4,5

Fonte: (FATMA, 2014).

Assim como existem variações quantitativas nos dejetos líquidos de suínos também ocorrem variações qualitativas, associadas a diversos fatores do sistema de manejo utilizado. Na Tabela 4 estão contidas informações sobre os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn e Mn contidos na composição química de algumas amostras de dejetos de suínos, indicando desta forma a sua variabilidade qualitativa (SEGANFREDO, 2000).

**Tabela 4** Composição química de algumas amostras de dejetos de suínos em teores totais.

Amostra de dejetos	Nutriente (g L <sup>-1</sup> )							
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn
<b>A</b>	3,4	1,8	0,63	2,2	0,74	35	119	25
<b>B</b>	3,4	1,8	0,44	2,5	0,74	36	120	30
<b>C</b>	5,9	3,2	0,94	3,3	1,30	32	159	39
<b>D</b>	3,1	1,9	0,58	2,2	0,82	43	134	23
<b>E</b>	6,0	2,5	1,20	5,7	0,96	12	72	49

Fonte: Adaptado de Seganfredo, 2000.

Mais especificamente visualizamos na Tabela 5 as características da composição química dos dejetos líquidos de suínos na fase de crescimento e terminação (SILVA, 1996).

**Tabela 5** Composição química média dos dejetos suínos obtida na Unidade do Sistema de Tratamento de Dejetos da Embrapa, Concórdia – SC.

Variável	Mínimo (mg/L)	Máximo (mg/L)	Média (mg/L)
DQO	11.530,2	38.448,0	25.542,9
Sólidos Totais	12.697,0	49.432,0	22.399,0
Sólidos Voláteis	8.429,0	39.024,0	16.388,8
Sólidos fixos	4.268,0	10.408,0	6.010,2
Sólidos Sedimentares	220,0	850,0	428,9
Nitrogênio Total	1.660,0	3.710,0	2.374,3
Fósforo Total	320,0	1.180,0	577,8
Potássio Total	260,0	1.140,0	535,7

Fonte: Silva, 1996.

Diferentemente dos fertilizantes químicos, onde existe a possibilidade de formulação para cada cultura específica, os dejetos líquidos de suínos, devido à composição química ser muito variável, apresentam quantidades desproporcionais de nutrientes. Sendo assim, deve-se atentar com as adubações, pois podem-se criar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo (SEGANFREDO, 2007).

### 3.5 ANÁLISE COMPARATIVA: NUTRIENTES X LEGISLAÇÃO

A proteção ambiental no Brasil é regida por uma série de leis, decretos e portarias e que relacionam o uso dos efluentes da produção animal como fonte de adubação e impõem limites para o lançamento destes em corpos de água para que ocorra degradação ambiental. (SEGANFREDO, 2007).

Dentre as legislações ambientais federais de importância fundamental para a atividade de suinocultura operar sem causar danos destacam-se as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA): a de nº. 357 de 2005, que estabelece padrões de lançamento de efluentes nos corpos d'água; a (CONAMA) nº 001, de 1986 que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental (SEGANFREDO, 2007).

No âmbito estadual a atividade de suinocultura catarinense está submetida a critérios indicados Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente de Santa Catarina (CONSEMA) nº 13, de 2012 que lista as atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental passíveis de licenciamento ambiental no estado de Santa Catarina; a Instrução Normativa da FATMA/SC nº 11, de 2014 (SEGANFREDO, 2007).

Em outros estados a suinocultura também é regulada por legislação como Instrução Normativa IAP/DIRAM 105.006 e Norma Técnica FEPAM/RS/2014 estas três últimas que estão relacionadas diretamente ao licenciamento de suinocultura nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul respectivamente (SEGANFREDO, 2007).

### **3.6 FÓSFORO**

#### **3.6.1 CICLO DO FÓSFORO**

O P é um elemento químico relativamente escasso na natureza, embora seja essencial a todos os seres vivos. A disponibilidade deste elemento controla muitos aspectos do funcionamento dos ecossistemas em escala local e a química global sendo indispensável para a presença a manutenção da vida (ADUAN *et al.*, 2004; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Este elemento ocorre na biosfera da Terra como fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) sendo encontrado em sua maior parte incrustado em rochas, onde forma complexos com óxidos de cálcio, ferro, magnésio ou alumínio. Lentamente com o desgaste natural das rochas, processo este que pode ser acelerado por plantas e microrganismos associados que exsudam ácidos orgânicos, o fosfato é solubilizado (ADUAN *et al.*, 2004; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Absorvidos pelas plantas e microrganismos o fosfato da solução do solo é incorporado a compostos orgânicos como fosfolipídios e nucleotídeos. O fosfato orgânico é reciclado fortemente entre os organismos no ecossistema terrestre, mas um pouco desse fosfato é revertido a formas inorgânicas durante a decomposição e é perdido para o solo como compostos de baixa solubilidade ou lixiviado para mares e oceanos (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

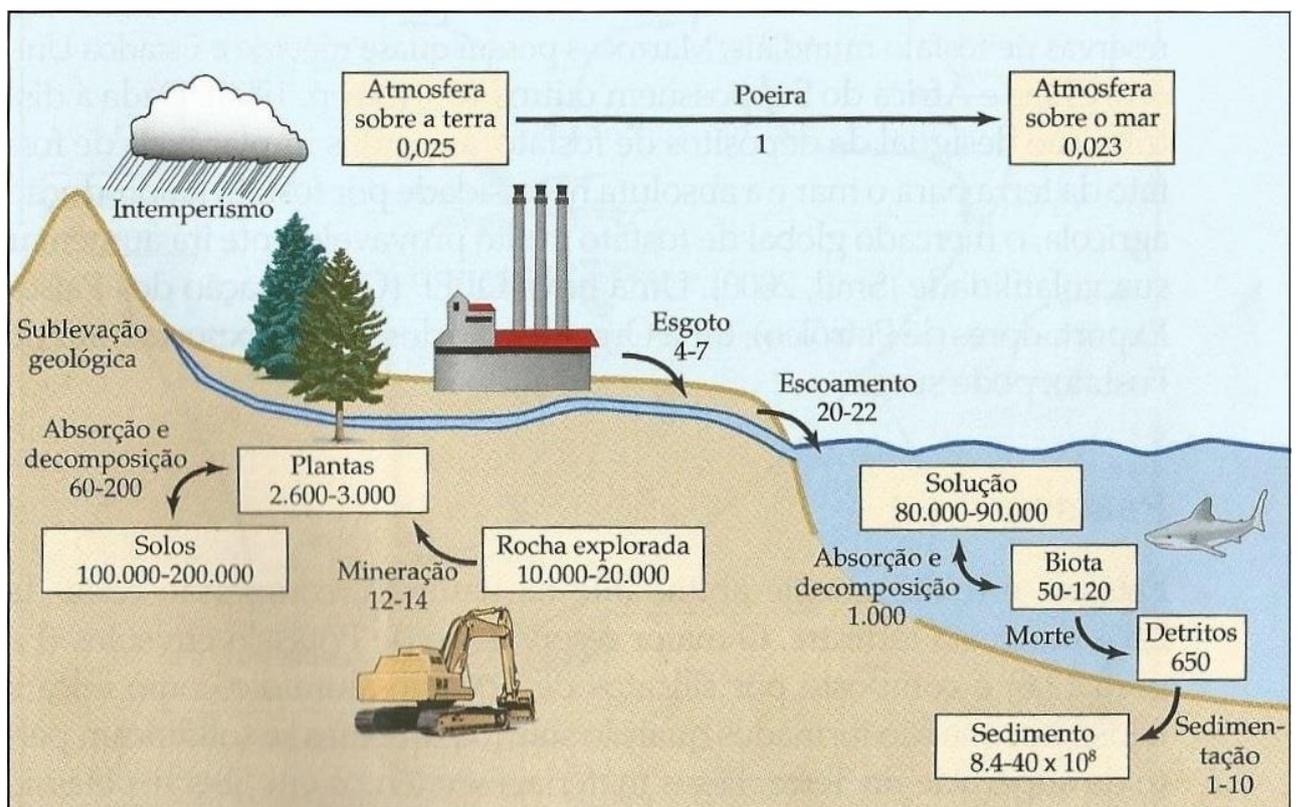
Estando em água aberta o fosfato permanece em reservatórios orgânicos perto da superfície apenas por poucos dias, antes de se depositar em águas profundas por milênios e eventualmente formar novas rochas (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Através de forças geológicas durante eras podem trazer esses sedimentos marinhos para acima do solo, expondo-os uma vez mais ao intemperismo, completando então o ciclo (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Dentre todos os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta diferentemente do ciclo do C e N, o ciclo global de P é um caso a parte. A quantidade de P na atmosfera é muito pequena, pois este elemento em nenhum momento do seu ciclo não produz qualquer substancia volátil em quantidades relevantes devido ao fato do potencial redutor dos solos não permitir a formação do gás fosfina ( $\text{PH}_3$ ) (ADUAN *et al.*, 2004; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Na Figura 2 está apresentado o ciclo global do P onde as caixas representam os vários tipos de reservatórios e suas quantidades aproximadas, em  $10^{12}$  g de P e as setas representam fluxos entre reservatórios em  $10^{12}$  g P ano<sup>-1</sup> (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Na Figura 2 notamos que os principais reservatórios de P estão no solo e rochas e nos sedimentos marinhos, tendo apenas uma pequena parte do P presente na atmosfera sobre a terra e mar.



**Figura 2** Principais estoques e fluxos do ciclo global do fósforo.  
Fonte: EPSTEIN & BLOOM, 2006.

### 3.6.2 DINÂMICA E DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO NO SISTEMA SOLO-PLANTA

O P constitui cerca de 0,12% da crosta terrestre, e as maiores reservas de P encontram-se em sedimentos marinhos, solos, fosfato inorgânico dissolvido nos oceanos e rochas com minerais, como a apatita (FERNANDES, 2006).

Entre os elementos químicos dos dejetos de suínos, o P tem importância nutricional para as plantas e está presente no metabolismo das plantas. O P ocorre na biosfera como fosfato, esse sendo responsável por diversas funções nos vegetais (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006).

Dentre estes processos metabólicos podemos citar as funções deste nutriente participar no processo de transferência de energia, fazer parte de moléculas como DNA, RNA e fosfolipídios das membranas, atuar como transportador de substratos, participar da sinalização celular, modificar de proteínas irreversivelmente, fixar N<sub>2</sub> (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006).

O teor total de P nos solos está entre 0,2 e 5,0 g kg<sup>-1</sup>, mas a grande parte dele está indisponível para as plantas. Considerando a interação do P com outros constituintes do solo, como o Al, Fe e Ca, sua ocorrência em formas orgânicas e sua lenta taxa de difusão na solução do solo, tornam este nutriente menos disponível na rizosfera (FERNANDES, 2006).

A maior parte do P adicionado ao solo seja por fertilizantes orgânicos ou químicos é adsorvido em coloides do solo e com o passar do tempo acabando se tornando não disponíveis as plantas (FERNANDES, 2006).

Dessa forma, o conhecimento da composição química da solução do solo poderá fornecer subsídios importantes no manejo da distribuição de dejetos líquidos de suínos no solo (BERWANGER *et al.*, 2008)

A dinâmica do P no solo é muito complexa e envolvem processos de imobilização-mineralização, adsorção-dessorção e precipitação-solubilização. Sendo assim, acompanhar a dinâmica e a distribuição dos nutrientes no perfil do solo permite estabelecer ou ajustar a aplicação dos fertilizantes orgânicos, além de prevenir danos ambientais como a salinização dos solos e a contaminação dos ambientes aquáticos (BERWANGER *et al.*, 2008).

A disponibilidade de nutrientes tais como P e K é bastante afetada pelo fator transporte. A maior parte do P no solo disponível para suprimento de P nas plantas

se move até rizosfera mais por difusão que por fluxo de massa. Desta forma, a sua quase total dependência na difusão é uma séria limitação na aquisição deste nutriente pelas plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006).

As plantas cultivadas que possuem um sistema radicular bem desenvolvido proporcionam um aumento da área de contato entre raízes e o solo, sendo assim, para íons pouco móveis, como o caso do fosfato, a absorção é mais eficiente. Com isto diminui-se então o teor deste nutriente presente na solução do solo minimizando possíveis impactos ambientais pelo seu acúmulo excessivo (BERWANGER *et al.*, 2008; EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006).

### **3.6.3 SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA E EXCESSO DE FÓSFORO**

A deficiência ou excesso de minerais causam desequilíbrios nutricionais que geram grandes prejuízos à cultura podendo reduzir drasticamente a sua produtividade. O reconhecimento da deficiência ou excesso dos nutrientes é identificado por sintomas visuais resultante de uma sequência de eventos como lesões moleculares, alterações subcelulares, depois celulares e atingindo finalmente todo um tecido (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Existem inúmeros sintomas de deficiência de P, alguns são visuais como, por exemplo, um dos primeiros sintomas é a mudança da coloração da folhagem para verde-escura ou azul esverdeada. Contudo existem outros sintomas visuais como a angulação foliar mais estreita, menor perfilhamento, gemas laterais dormentes, número reduzido de frutos e sementes, atraso no florescimento (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Como sintomas químicos é relevante citar o aumento da pigmentação vermelha ou roxa em algumas espécies devido à acumulação de antocianina, aumento do conteúdo de carboidratos e também aumento na relação P orgânico/ P inorgânico. Dentre os poucos sintomas anatômicos está à restrição na diferenciação dos caules (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Conforme Malavolta (2006) o excesso do nutriente P pode ocasionar os seguintes sintomas de toxidez para as plantas: clorose internerval das folhas mais novas, que pode ser semelhante à falta de ferro e também pode resultar em algumas

espécies mais suscetíveis ao excesso deste nutriente a necrose das pontas; queima das margens, clorose internerval e queda das folhas velhas.

Alguns sintomas de excesso de P não são reconhecidos diretamente, pois para a planta pode estar havendo deficiência de micronutrientes como os metais pesados Cu, Fe, Mn e Zn (MALAVOLTA, 2006).

#### **3.6.4 LIMITE CRÍTICO AMBIENTAL E AGRONÔMICO DO FÓSFORO**

Segundo Gatiboni *et al.*, (2014) existem dois limites relacionados ao macro nutriente P presente no solo, ou seja, o limite crítico ambiental do P (LCA-P) que é diferente do nível crítico agronômico de P para as plantas.

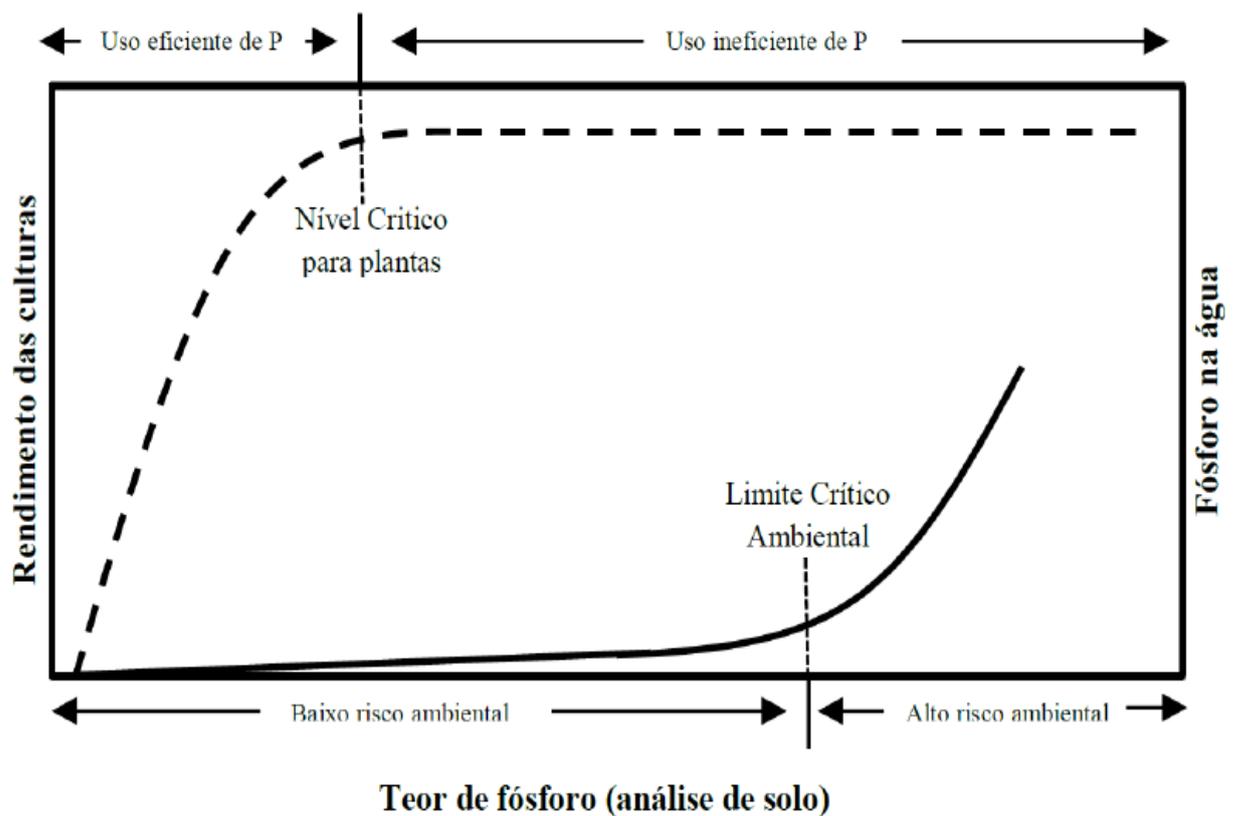
Na Figura 03 observamos que as plantas, quando o teor de P pela análise de solo é muito baixo, o rendimento esperado destas culturas é baixo pela deficiência do nutriente em relação ao teor de P no solo (GATIBONI *et al.*, 2014).

À medida que fertilizantes fosfatados são adicionados no solo seja por adubação química ou orgânica o rendimento das culturas respondem aos níveis de P existentes no solo. Quando os teores de P no solo chegam ao denominado nível crítico agronômico este é o valor onde as culturas apresentam o seu rendimento máximo (GATIBONI *et al.*, 2014).

Atingido o nível crítico agronômico, de P mesmo que seja adicionado este nutriente ao solo a produtividade das culturas aumentará muito pouco se tornando então ineficiente a adição de fertilizantes fosfatados, pois o crescimento destas plantas não é mais limitado por este nutriente (GATIBONI *et al.*, 2014; ROLAS, 2004).

Analisando na Figura 3 observamos que o LCA do P é superior ao nível crítico agronômico de P para as plantas devido ao fato do solo ter alta capacidade de fixação do P desta forma até certo limite o solo acaba liberando então apenas uma pequena quantidade de P para a água que não causa danos ambientais (GATIBONI *et al.*, 2014).

Quando o teor de P no solo for superior ao LCA-P existem grandes chances de liberar quantidades perigosas de P para o ambiente, contribuindo para a poluição ambiental (GATIBONI *et al.*, 2014).

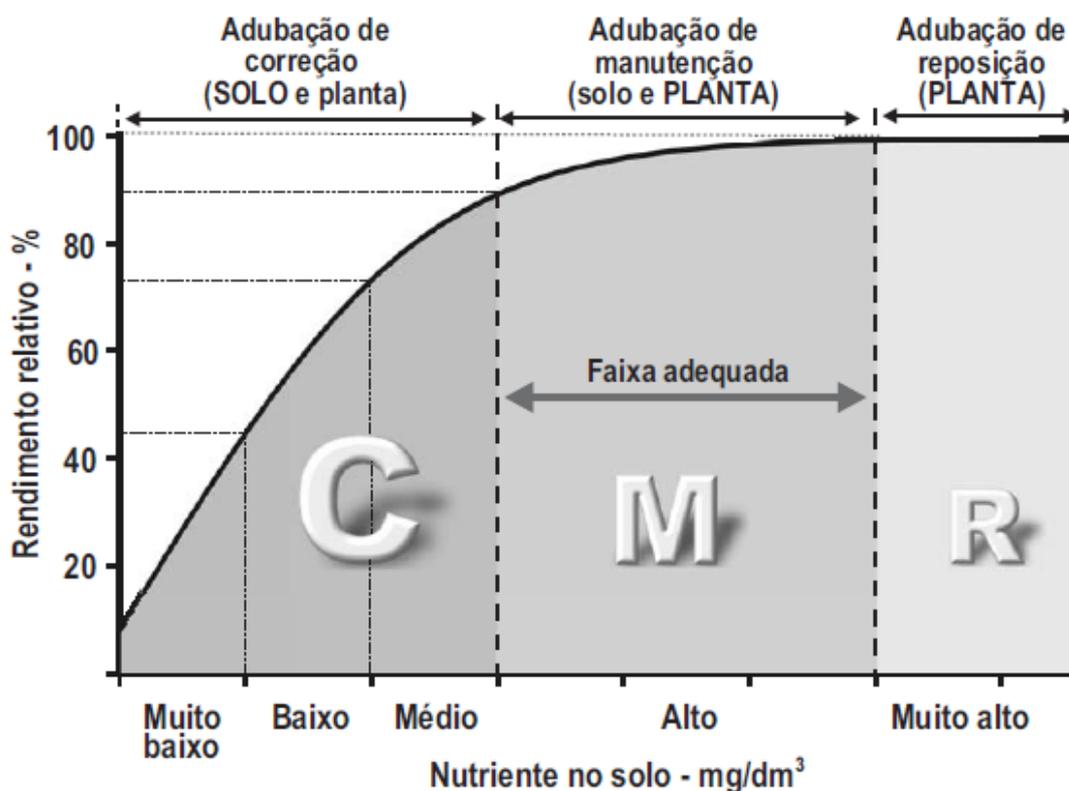


**Figura 3** Representação esquemática do rendimento das culturas em função do teor de fósforo no solo onde é identificado o Nível Crítico de P para as plantas e o limite crítico Ambiental.  
 Fonte: Gatiboni *et al.*, 2014.

Na Figura 4 está apresentada a relação entre o rendimento relativo de uma cultura e o teor de um nutriente no solo e as indicações de adubação para cada faixa de teor no solo. Na faixa entre o teor "Médio" e "Muito alto", há a necessidade de uma adubação de manutenção (M), que é a soma das perdas eventuais do nutriente do sistema e a retirada pela cultura (ROLAS, 2004).

No caso deste estudo será considerada tanto para o P como para o K como o limite crítico agrônômico a faixa de adubação de manutenção como a adequada, ou seja, onde não ocorre acúmulo dos macro nutrientes no solo podendo causar liberação para o ambiente (ROLAS, 2004).

As quantidades de manutenção para P e K indicadas nas tabelas de adubação de ROLAS (2004) foram estimadas pela exportação dos grãos (para um determinado rendimento) mais as perdas do sistema.



**Figura 4** Relação entre o rendimento relativo de uma cultura e o teor de um nutriente no solo.  
 Fonte: ROLAS, 2004.

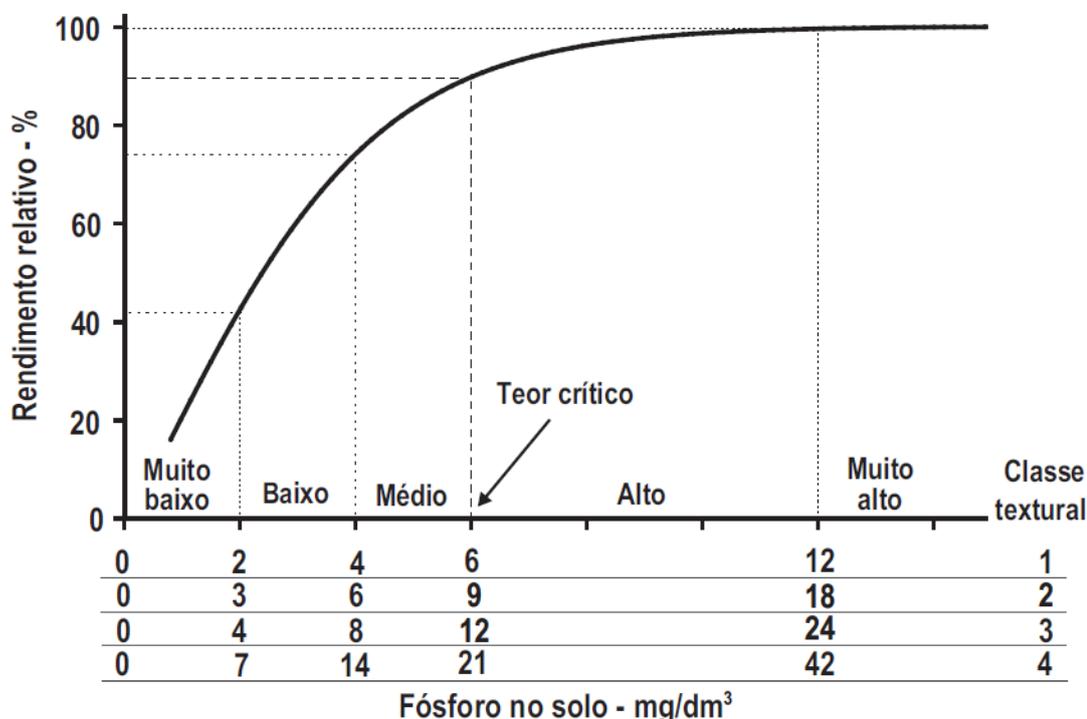
Na Figura 5 visualizamos em forma de gráfico os valores para o nível crítico agrônômico de P no solo para as plantas a partir do teor de argila do solo. O valor de teor de P adequado para as culturas é de no máximo 1 a 2 vezes o teor crítico (GATIBONI *et al.*, 2014; ROLAS, 2004).

Segundo ROLAS (2004) existem quatro classes texturais que são classificadas de acordo com as seguintes porcentagens de argila: classe 1 = > 60%; classe 2 = 60% a 41%; classe 3 = 40% a 21%; classe 4 = ≤20%.

Para as classes texturais 1, 2, 3 e 4, o teor crítico de P para as plantas é respectivamente de 6, 9, 12 e 21 mg/dm<sup>3</sup>, ou seja, o valor limite inferior a faixa alto. Neste limite é que se obtêm os rendimentos próximos à máxima eficiência econômica das culturas. Normalmente o rendimento situa-se próximo a 90% do rendimento relativo máximo (ROLAS, 2004).

Caso fertilizantes fosfatados continuem sendo aplicados quando o teor de P no solo já esteja acima do nível muito alto, isto não acarretará no aumento de produtividade das culturas, mas sim o oposto, pois podem reduzir o rendimento das

culturas e além do mais, quando excederem certo limite pode passar a causar danos ambientais (GATIBONI *et al.*, 2014; ROLAS, 2004).



**Figura 5** Relação entre o rendimento relativo de culturas e o teor de P no solo extraído pela solução de Mehlich-1.  
Fonte: ROLAS, 2004.

Gatiboni *et al.*, (2014) definiu este LCA-P, que expressa o teor máximo do nutriente P extraível (método de Mehlich-I) admitido no solo das áreas de disposição de dejetos líquidos de suínos. O limite é formado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{LCA-P} = 40 + \text{argila}(\%)$$

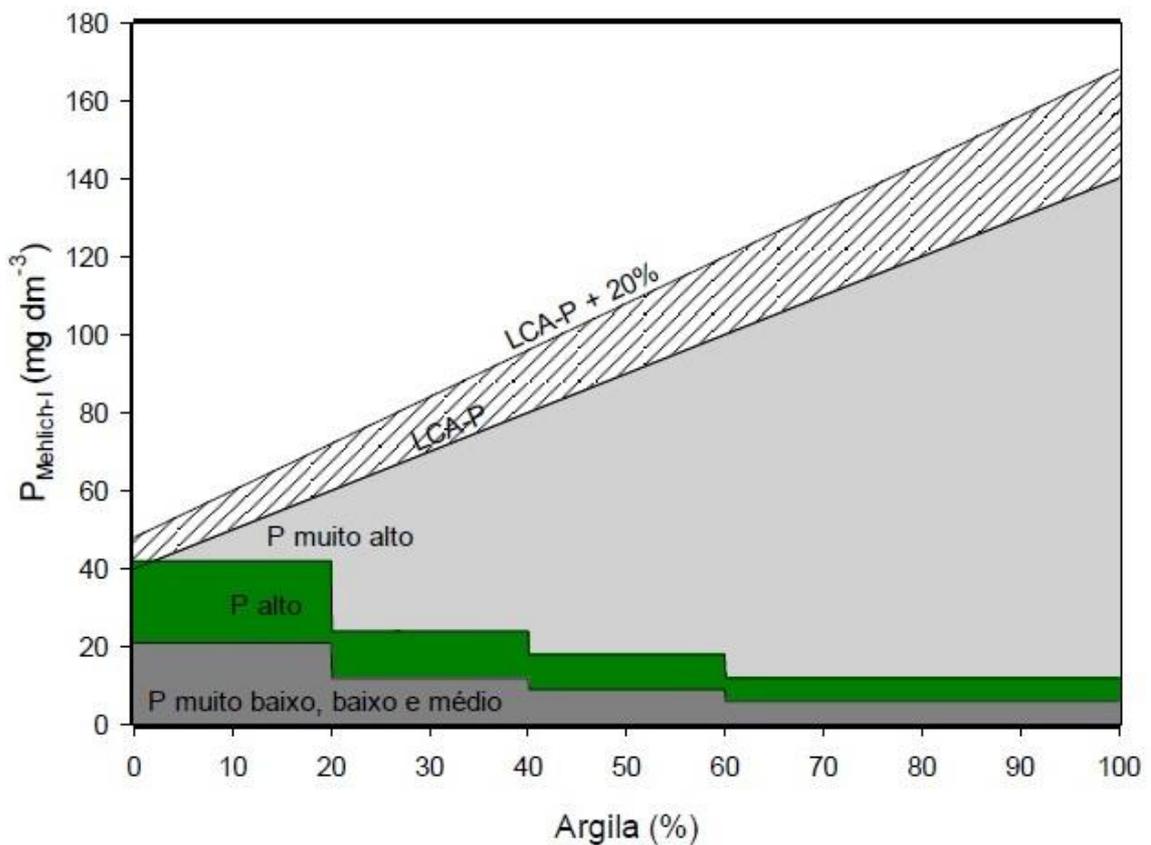
com a condição para o teor de argila: deve ser obtido a partir da camada 0 – 10 cm e expresso em percentagem (FATMA, 2014).

Conforme pode ser visualizado na Figura 6, Gatiboni *et al.*, (2014) concluíram que quando o teor de P no solo, extraído pelo método Mehlich-I, ficar abaixo do LCA-P o solo é um reservatório seguro de P, contudo é obrigatório uso de técnicas conservacionistas de manejo do solo.

Quando o teor de P no solo for maior que o LCA-P, superando-o em até 20%, existe alto risco de transferência de P para o ambiente, portanto deve ser limitado o

aporte de P ano solo a 50% da dose de manutenção com adoção obrigatória de medidas mitigatórias até que teores de P no solo sejam reduzidos abaixo do LCA-P. Considerando em um período de até quatro anos o teor de P no solo não for reduzido abaixo do LCA-P será proibido temporariamente a adubação com dejetos e outras fontes de P (FATMA, 2014; GATIBONI *et al.*, 2014).

Os solos que apresentarem teores de P superando o LCA-P em mais de 20% passam a ser fonte de P para o ambiente, portanto deve ser proibido temporariamente adubação com dejetos e outras fontes de P com a adoção obrigatória de medidas mitigatórias até que teores de P no solo sejam reduzidos abaixo do LCA-P (FATMA, 2014; GATIBONI *et al.*, 2014).



**Figura 6** Níveis de Limite Crítico Ambiental para P no Solo (LCA-P).  
Fonte: Gatiboni et al, 2014.

## 3.7 POTÁSSIO

### 3.7.1 CICLO DO POTÁSSIO

O macro nutriente K compõe cerca de 2,5% da crosta terrestre e é relativamente abundante na natureza. O reservatório deste nutriente em solos é composto por silicatos de potássio-alumínio como mica e feldspato, contudo sua liberação para a solução do solo é muito lenta (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

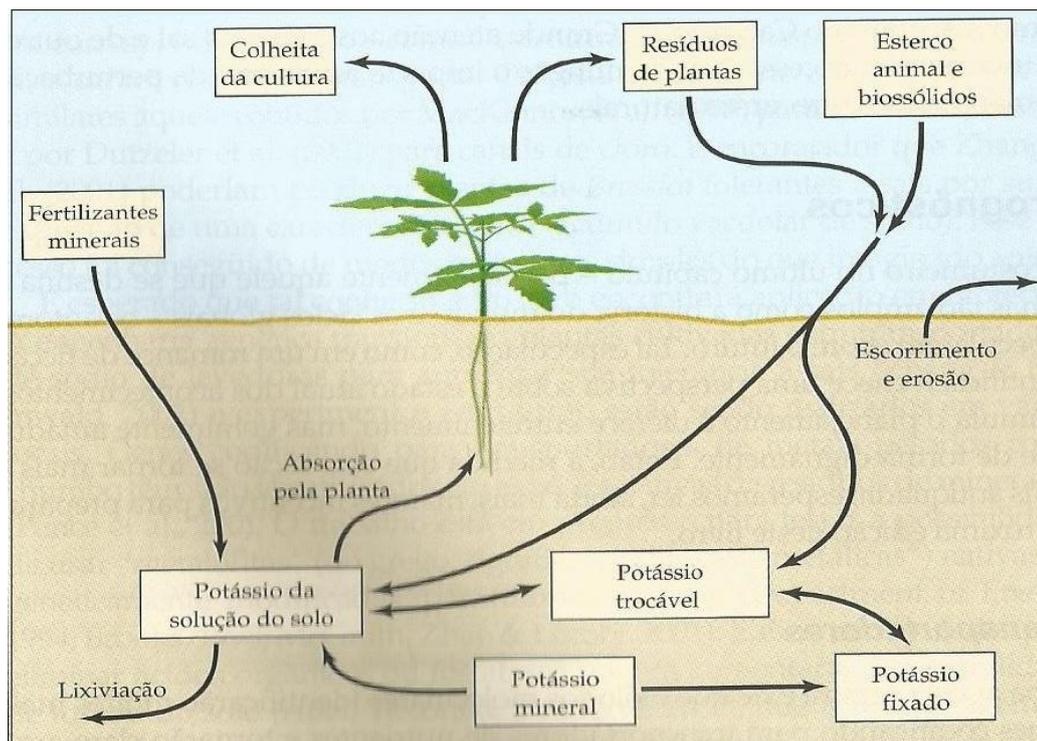
As principais fontes de K para plantas e outros microrganismos são íons ( $K^+$ ) ligados frouxamente a superfície do solo ou na solução do solo (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Após a absorção do K este nutriente permanece dentro do organismo na forma de íons dissolvidos. Quando o organismo morre este nutriente em um processo muito rápido retorna à solução do solo onde se torna disponível para outros seres vivos, ou pode ser liberado do ecossistema por lixiviação (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Considerando que este nutriente tem grande potencial de lixiviar o seu ciclo é muito suscetível a perturbações antrópicas. Por exemplo, a derrubada de árvores pode refletir em uma grande perda deste nutriente para os mananciais, resultando em uma perturbação ciclo do K que levará longo prazo para se recuperar (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Na Figura 7 pode ser visualizado o ciclo do K para uma área agrícola, onde as caixas representam reservatórios deste macro nutriente e as setas representam os fluxos entre reservatórios (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Na Figura 7 as setas de fluxo entre os reservatórios de P convergem para o solo, onde encontram-se na forma de potássio trocável, potássio mineral e potássio fixado, sendo assim comprova-se que o maior reservatório deste elemento concentra-se neste local (EPSTEIN; BLOOM, 2006).



**Figura 7** Ciclo do K no sistema solo-planta.  
 Fonte: EPSTEIN; BLOOM, (2006).

### 3.7.2 DINÂMICA E DISPONIBILIDADE DO POTÁSSIO NO SISTEMA SOLO-PLANTA

O K é o cátion mais abundante na planta, podendo constituir até 10% do peso seco de uma planta, portanto é um mineral absorvido em grandes quantidades pelas raízes (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006).

Diferentemente do N e P, o macro nutriente K não é um constituinte integral de qualquer metabólito que pode ser isolado de material vegetal, mas ele está presente no citosol e no vacúolo como íon livre ( $K^+$ ) a altas concentrações, podendo ser facilmente deslocado das células ou dos tecidos da planta devido a sua alta mobilidade (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006).

Este nutriente tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimiladores e na manutenção da água nos tecidos vegetais. (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006).

Mais especificamente citamos como funções do K: responsável por ativar mais de 60 sistemas enzimáticos (sintetases, cinases, desidrogenases); a alta concentração do K no citoplasma e nos cloroplastos é responsável pela manutenção

do pH das células; atuar na fotossíntese; manter o turgor das células; promover a absorção da água; favorecer o transporte e armazenamento de carboidratos; participa na síntese de amido nas folhas, entre outras (FERNANDES, 2006).

Quando há adequada nutrição potássica todas estas funções desempenhadas pelo K nos processos metabólicos favorecem da seguinte forma as plantas ocorre o incremento no crescimento das raízes, aumento a resistência às secas e às baixas temperaturas, resistência a pragas e moléstias, resistência ao acamamento das plantas em leguminosas ocorre maior nodulação das leguminosas, possibilita um maior tempo de armazenamento de diversas culturas como, por exemplo, banana, tomate, batata, cebola e outras (FERNANDES, 2006).

A forma que as plantas absorvem o nutriente K da solução do solo é através de ions  $K^+$ . Dependendo das características químicas e mineralógicas do solo, os teores de K na solução do solo podem variar desde 1 a 50  $mg L^{-1}$  (FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

O K em solução e o trocável são, inicialmente, as formas do elemento prontamente disponíveis para as plantas. Solos com alto teor de K trocável, pelo rápido equilíbrio com o K da solução favorecem a difusão do  $K^+$  para junto da superfície radicular (FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

O K trocável disponível para as plantas é o que se encontra adsorvido na forma de complexo esfera-externa na superfície dos minerais de argila e também na matéria orgânica do solo. Em algumas situações de solos intemperizados o K não-trocável poderá também estar disponível para as plantas em quantidades significativas (FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

A avaliação da disponibilidade de K para as plantas é feita pela estimativa de seus teores na forma trocável, a qual é obtida com a utilização de soluções neutras contendo íons amônio ou sódio, que, por troca iônica, removem a fração considerada trocável (FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

No Brasil, o K extraível (K trocável + K solução) pelas soluções de Mehlich-1 é o índice mais utilizado pelos laboratórios de análises de solos para avaliar a disponibilidade deste nutriente para as planta. Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina é utilizada a solução de Mehlich-1 para extração de K no solo (FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006, ROLAS, 2004).

A disponibilidade de K, assim como a capacidade de suprimento deste nutriente pelo solo, depende da presença de minerais primários e secundários, da

aplicação de fertilizantes e da CTC do solo, além da ciclagem do nutriente pelas plantas (FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Para recomendações de adubação potássica às culturas, é importante definir a disponibilidade das diferentes formas de K no solo às plantas e suas influências na dinâmica do K no perfil do solo. A aplicação insuficiente de adubo pode levar ao esgotamento das reservas do solo, e a aplicação excessiva pode intensificar as perdas, deste macro nutriente podendo então ser liberado do ecossistema por lixiviação (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006).

### **3.7.3 SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA E EXCESSO DE POTÁSSIO**

Considerando o solo como o meio do qual as plantas, através da absorção radicular, obtém os elementos minerais essenciais. O solo deve disponibilizar em quantidades adequadas os nutrientes às plantas, pois caso contrário não terão as suas exigências nutricionais atendidas afetando o crescimento e o desenvolvimento da culturas (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Uma série de elementos minerais são individualmente necessários estarem presentes no solo. Assim como o P o macro nutriente K também é essencial para o atendimento das exigências nutricionais das plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2006; FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Em relação a sintomas de deficiência de K visíveis podemos citar a clorose de depois necrose das margens e pontas das folhas, inicialmente das mais velhas; internódios mais curtos em plantas anuais; diminuição da dominância apical; em alguns casos como na cultura da laranja ocorre menor tamanho dos frutos; deficiência de ferro induzida com acúmulo de ferro nos nós inferiores (EPSTEIN; BLOOM, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Como sintomas anatômicos decorrentes da deficiência de K temos a diferenciação prejudicada dos tecidos condutores e perda de atividade cambial. Nos sintomas químicos ocorre o aumento nas frações de nitrogênio alfa amínico e amídico; aumento no teor de putrescina; alto conteúdo de ácidos orgânicos; e menor teor de açúcar e amido em órgãos de reserva (EPSTEIN; BLOOM, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Mesmo sabendo que muitas espécies realizam consumo de luxo para o macro nutriente K, ou seja, absorvem quantidades superiores às necessárias, não se tem conhecimento de toxidez causada por K às plantas (FERNANDES, 2006).

Entretanto Fernandes (2006) e Malavolta (2006) relatam que o excesso de K pode interferir de forma positiva ou negativa na absorção de outros cátions pelas plantas. O teor de K na planta aumenta a taxa de absorção de  $\text{NO}_3^-$  e pode inibir as de Ca e Mg. Um caso interessante de antagonismo entre íons é o efeito depressivo do K sobre o Mg quando ocorre incremento da concentração de K na solução.

Indiretamente, o K pode ter efeito prejudicial sobre as plantas como, por exemplo, Silva *et al.* (2001) relatam que a aplicação de K afetou o crescimento radicular de *Capsicum annuum*, devido ao efeito salino do KCl sobre as raízes.

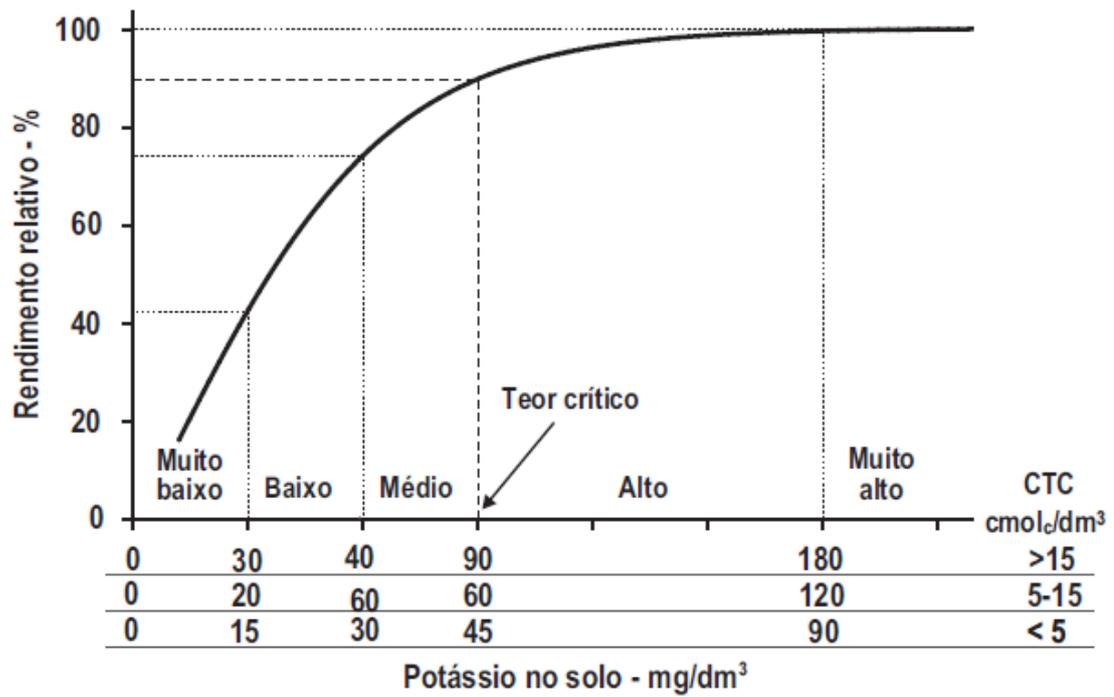
Não somente as culturas podem sofrer impactos negativos do excesso de K. Duarte & Anderson (1983) relatam que o K inibiu a atividade de bactérias anaeróbias utilizadas em processos de degradação anaeróbia de efluentes de esgotos.

#### **3.7.4 LIMITE CRÍTICO AGRONÔMICO DO POTÁSSIO**

Na Figura 8 visualizamos em forma de gráfico os valores para o nível crítico agronômico de K no solo para as plantas a partir da CTC solo. O valor de teor de K adequado para as culturas é de no máximo 1 a 2 vezes o teor crítico (ROLAS, 2004).

Segundo ROLAS, 2004 para solos com CTC de  $> 15 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ,  $5-15 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$  e  $< 5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ , o teor crítico agronômico de K para as plantas é respectivamente de 90, 60 e 45  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , ou seja, o valor limite inferior a faixa alto. Da mesma maneira que para o macro nutriente P é neste limite que se obtêm os rendimentos próximos à máxima eficiência econômica das culturas. Normalmente o rendimento situa-se próximo a 90% do rendimento relativo máximo.

Caso fertilizantes potássicos continuem sendo aplicados quando o teor de K no solo já esteja acima do nível muito alto isto não acarretará no aumento de produtividade das culturas pelo contrário até podem restringir o rendimento das culturas. Sendo assim o nível adequado de K no solo agronomicamente corresponde a faixa Alto (ROLAS, 2004).



**Figura 8** Relação entre o rendimento relativo de culturas e o teor de K no solo extraído pela solução de Mehlich-1.  
 Fonte: ROLAS, 2004.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Este estudo busca caracterizar a questão da possível poluição ambiental provocada pela suinocultura na região meio-oeste do estado de Santa Catarina. Para alcançar os objetivos pretendidos neste trabalho foram utilizados: levantamento de dados, análise de relatórios técnicos, análise de processos do órgão estadual de licenciamento ambiental a FATMA, pesquisa em livros e legislação e bibliografia referencial.

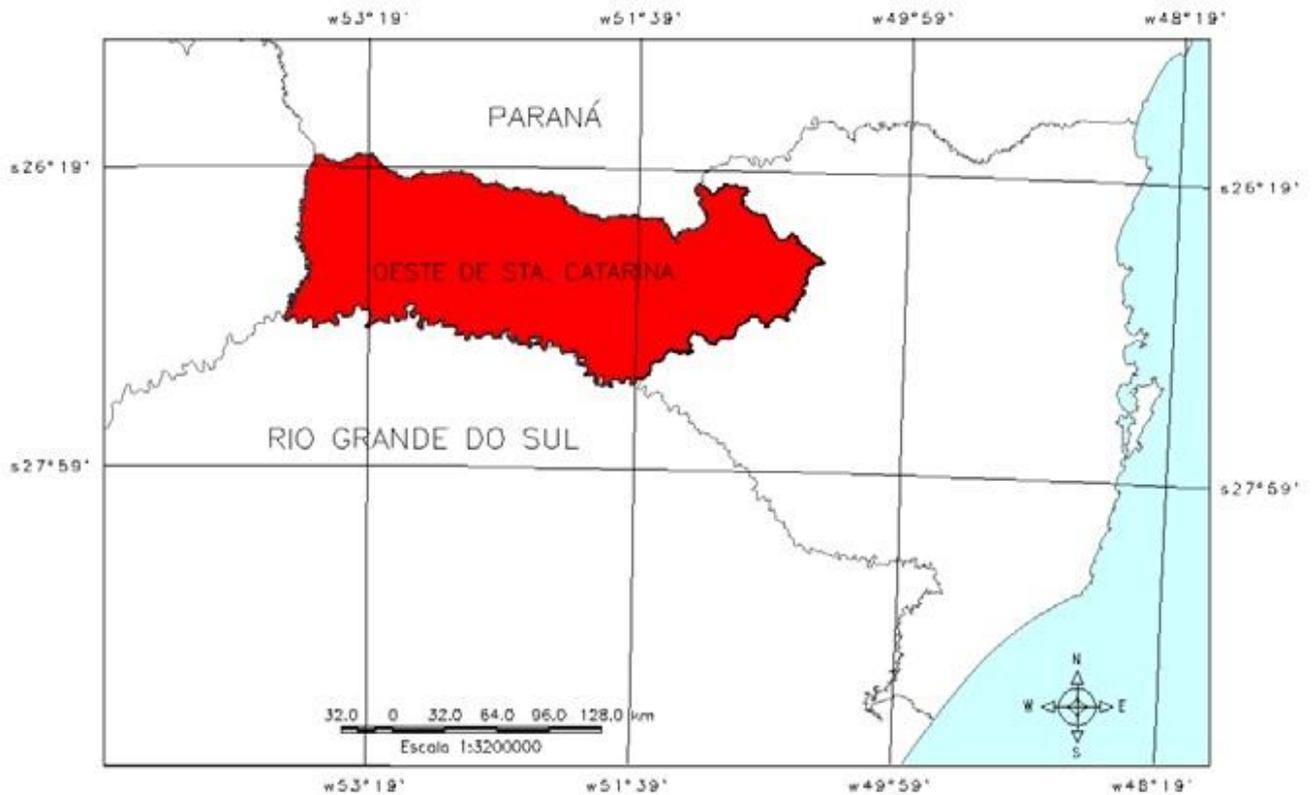
### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Localizado na região Sul do Brasil, o estado de Santa Catarina possui uma área de 95.733,978 km<sup>2</sup> e uma população de 6.248.436 segundo o censo demográfico de 2010 (IBGE, 2015), atingindo então uma densidade demográfica de 65,27 (hab/km<sup>2</sup>).

Ainda segundo o IBGE (2015), Santa Catarina é dividida em seis mesorregiões: Oeste Catarinense; Norte Catarinense; Serrana; Vale do Itajaí; Grande Florianópolis; e Sul Catarinense.

Na Figura 9 pode ser visualizada a mesorregião do Oeste Catarinense, que é formada por 98 municípios agrupados em cinco microrregiões: Chapecó, Concórdia, Joaçaba, São Miguel do Oeste e Xanxerê (IBGE, 2015).

A área de estudo deste trabalho está inserida mais especificamente na parte oriental da mesorregião Oeste Catarinense, área conhecida pela denominação “meio oeste catarinense” e que possui 26 municípios, totalizando uma área de 7.951,6 km<sup>2</sup>, que equivale a 8,30 % da área total do estado (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, 2006).



**Figura 9** Mesorregião Oeste do estado de Santa Catarina.

#### 4.1.1 SELEÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO

Para a análise dos níveis de P e K no solo, foram selecionados 10 municípios, dentre os 22 pertencentes à Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental (CRP) da FATMA da região meio oeste. A seleção teve como critério principal o volume de dejetos líquidos de suínos distribuídos na área útil agricultável do município.

Estão apresentados na Tabela 6 os seguintes aspectos físicos: coordenadas geográficas, área da unidade territorial, população e número de cabeças de suínos, dos 10 municípios selecionados para a análise da situação ambiental dos solos utilizados para distribuição de dejetos de suínos na região meio-oeste do estado de Santa Catarina.

**Tabela 6** Municípios abrangidos no estudo e algumas características (IBGE, 2015).

Município	Coordenadas Geográficas	Área da unidade territorial (km <sup>2</sup> )	População	Suínos (cab.)
01 - Catanduvas	27° 04' 01" / 51° 39' 04"	197,297	9.555	9.945
02 - Erval Velho	27° 16' 03" / 51° 26' 03"	207,359	4.352	44.370
03 - Ibicaré	27° 05' 15" / 51° 22' 45"	155,789	3.373	33.830
04 - Joacaba	27° 10' 41" / 51° 30' 17"	242,110	27.020	62.750
05 - Lacerdópolis	27° 15' 36" / 51° 33' 21"	68,890	2.199	48.950
06 - Luzerna	27° 07' 58" / 51° 28' 02"	118,382	5.600	15.020
07 - Ouro	27° 20' 29" / 51° 37' 05"	213,575	7.372	65.130
08 - Ponte Serrada	26° 52' 18" / 52° 00' 57"	564,489	11.031	39.181
09 - Treze Tílias	27° 00' 00" / 51° 24' 02"	186,638	6.341	53.288
10 - Vargem Bonita	27° 00' 24" / 51° 44' 24"	298,498	4.793	12.260

Fonte: IBGE, 2010.

#### 4.1.2 ECONOMIA

Segundo dados do IBGE e da Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina a região meio-oeste responde por 5,73% da composição do PIB catarinense aparecendo então na 7ª posição do ranking estadual (IBGE, 2015; SEBRAE, 2013).

Possui uma atividade agropecuária bastante expressiva fazendo com que ocupe uma posição de destaque no setor primário do estado. Na agricultura, destaca-se a fruticultura e horticultura (uva, pêssigo, maçã e tomate), a produção florestal e é a maior região produtora estadual de milho, soja e trigo (IBGE, 2015; SEBRAE, 2013).

Além da agricultura a economia local também está voltada para a criação de aves e suínos. No ano de 2010 a região meio-oeste respondeu por 19% do rebanho catarinense de suínos e por 22% do de frangos, entretanto, o crescimento econômico gerado por estas atividades não trouxe apenas desenvolvimento, pois com o crescimento delas surgiram problemas ambientais, desigualdade social e forte êxodo rural (FILIPPIM *et al.*, 2005; IBGE, 2015; SEBRAE, 2013).

#### 4.1.2 CLIMA

A região meio-oeste do estado de Santa Catarina de onde foram coletadas as análises de solo para a análise da situação dos macros nutrientes apresenta, ao contrário da maior parte do território brasileiro, as quatro estações bem definidas.

Segundo a classificação de KÖPPEN a região caracteriza-se com um clima mesotérmico úmido (sem estação seca) - Cf, incluindo dois subtipos, Cfa e Cfb, que são descritos a seguir (OMETO, 1981):

Cfa - Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (OMETO, 1981);

Cfb - Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (OMETO, 1981).

Segundo Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2006 a precipitação média anual da região meio-oeste permanece entre os 1.500 a 2.300 mm/ano e a umidade relativa do ar oscila entre os 76% e 78%.

Na Figura 10 visualizamos a distribuição geográfica no estado de Santa Catarina das duas classificações climáticas de KÖPPEN, ou seja, Cfa e Cfb.



**Figura 10** Mapa indicando a classificação climática de KÖPPEN do estado de Santa Catarina. Fonte: EPAGRI, 2002.

#### 4.1.3 RELEVO E SOLO

Em relação ao solo, a região meio-oeste do estado de Santa Catarina está situada em áreas de relevo ondulado e suavemente ondulado na porção mais ao Noroeste e relevos mais acidentados na porção Sudoeste (MDA, 2006).

Segundo Testa; Espírito Santo, 1992 nas áreas amostradas da região meio-oeste do estado de Santa Catarina com clima Cfa, houve um predomínio de Cambissolos e Neossolos e nas áreas com clima Cfb há predomínio de Latossolos.

Com uma área correspondente a 203.010 ha os Cambissolos existentes na região meio-oeste são solos que apresentam horizonte B incipiente e estão em pleno desenvolvimento, tendo perfis de solo medianamente profundos ou profundos e com altos teores de silte que juntamente com a argila forma uma classe textural argilo-siltosa (EMBRAPA, 2004; MDA, 2006).

A fertilidade natural dos solos com horizonte B incipiente depende da natureza da rocha matriz, sendo assim, estes solos podem ser eutróficos, distróficos ou alumínicos, contudo em qualquer situação, a CTC será alta (>13mE), indicando a jovialidade dos solos (EMBRAPA, 2004).

Mesmo em menor predominância na região, os Neossolos tem uma enorme importância no processo produtivo como base da agricultura da pequena propriedade de Santa Catarina. Os Neossolos dos municípios que se localizam em área de predomínio da floresta estacional decidual, devido ao basalto amigdalóide apresentam caráter eutrófico, ou seja, ótimas propriedades químicas para uso agrícola (EMBRAPA, 2004; MDA, 2006).

Os Latossolos da região meio-oeste apresentam textura argilosa ou muito argilosa com baixa fertilidade natural, ou seja, solos distróficos com baixa Capacidade de Troca de Cátions (CTC) nos locais onde o material de origem são rochas basálticas o K pode estar em níveis elevados (EMBRAPA, 2004).

De acordo com Scherer (2010) os Latossolos, Neossolos e Cambissolos utilizados para áreas agrícolas em Santa Catarina são originalmente bem supridos com K e apresentam altos teores do elemento na profundidade de até 10 cm - camada que serve de referência para a recomendação de adubo no sistema de plantio direto.

A distribuição espacial dos teores de argila no solo está associada aos tipos de rochas existentes no Estado de Santa Catarina, conforme Figura 11 podemos observar esta distribuição (VEIGA *et al.*, 2012).



**Figura 11** Distribuição espacial dos teores de argila determinados pelo método da rotina em amostras coletadas na camada de até 20 cm em lavouras no estado de Santa Catarina.  
Fonte: VEIGA *et al.*, (2012).

A partir da análise do mapa o teor de argila aumenta no sentido do Litoral para o Planalto continuando alto até o Oeste e tem redução no Extremo Oeste do estado. Conforme mapa a região meio-oeste, que é objeto deste estudo, apresenta teores de argila superiores a 45 % de argila (VEIGA *et al.*, 2012).

Segundo trabalho de Werle *et al.*, (2008) em Latossolos do estado de São Paulo a movimentação do K no perfil independe do teor de argila do solo mas está relacionada com o teor inicial resultante da aplicação de altas doses de adubação potássica aplicada no solo, contudo para o P este fator é muito importante para a definição do limite crítico ambiental para o P conforme já foi apresentado.

#### 4.1.4 VEGETAÇÃO

O estado de Santa Catarina está totalmente inserido no bioma da Mata Atlântica e segundo o Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina já foram identificadas, 2.341 espécies de plantas, das quais 860 são árvores e arbustos, 560 epífitas, 270 lianas (cipós e trepadeiras), além de 315 samambaias e 707 ervas (IBGE, 2012; SEVEGANI, 2013; VIBRANS *et al.*, 2013).

Devido à intensa exploração hoje restam apenas 17,46%, área equivalente a 1.662.000 hectares, dos quais 280.000 podem ser considerados florestas primárias, enquanto os outros 1.382.000 são florestas secundárias, contudo atualmente está ocorrendo significativa regeneração natural das florestas (IBGE, 2012; SEVEGNANI, 2013).

Dentro do bioma Mata Atlântica em Santa Catarina o estado está representado por quatro regiões fitoecológicas Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Estepe e existem também ecossistemas associados à Floresta Ombrófila Densa, resultantes da ação do Oceano Atlântico sobre a costa, denominados de Formação Pioneira com Influência Fluviomarina - manguezal e de Formação Pioneira com Influência Marinha – restinga (IBGE, 2012; SEVEGNANI, 2013).

A Floresta Densa, conhecida também como Floresta Pluvial Subtropical ou Floresta Ombrófila Densa, está localizada entre o litoral e a serra e está presente em 137 municípios catarinenses. A Floresta Densa caracteriza-se por ser bastante fechada com árvores de grande porte e é muito úmida. Uma das árvores mais características é o palmito (*Euterpe edulis*), mas também ocorrem samambaias (*Cyathea phalerata*), canelas (*Nectandra leucothyrsus*, *Ocotea catharinensis*), guamirins (*Myrcia multiflora*, *Myrcia rostrata*) e várias espécies de epífitas, como por exemplo, orquídeas e bromélias (IBGE, 2012; SEVEGANI, 2013; VIBRANS *et al.*, 2013).

A Floresta de Araucária também conhecida por Floresta Ombrófila Mista, e que encontramos na serra e no planalto, em altitude superior a 500 m, principalmente entre 800 e 1200 m. Recebe a denominação de Floresta de Araucária, pois apresenta a *Araucaria angustifolia* como espécie que ocorre com maior frequência e domina o dossel das florestas. Esta Floresta de Araucária possui um histórico antigo de exploração tanto para a produção de papel quanto de madeira

e ainda hoje sofre com práticas inadequadas (GASPER *et al.*, 2013a; IBGE, 2012; SEVEGANI, 2013; VIBRANS *et al.*, 2013).

A Floresta Decidual, conhecida como Floresta Estacional Decidual, está presente em Santa Catarina próxima ao Rio Uruguai e à divisa com a Argentina, localizada em então em uma região mais distante do litoral. Na Floresta Decidual parte das árvores perdem as suas folhas em períodos mais desfavoráveis, principalmente no período mais seco e frio do ano. Ela é uma floresta mais aberta e repleta de cipós, e com importantes espécies madeireiras, como a canafístula (*Peltophorum dubium*), a grápia (*Apuleia Leiocarpa*) e o angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*). A Floresta Estacional Decidual atualmente é o tipo florestal mais degradado do estado de Santa Catarina (IBGE, 2012; GASPER, *et al.*, 2013b; SEVEGANI, 2013; VIBRANS *et al.*, 2013).

O Estepe ou Campos sulinos, é uma formação vegetal predominantemente campestre da zona subtropical e também temperada, com precipitação pluviométrica distribuída ao longo de todo o ano, ocupam áreas de relevo elevado como a região planalto serrano de Santa Catarina e são formados principalmente por vegetação herbácea, como as gramíneas (IBGE, 2012; SEVEGANI, 2013; VIBRANS *et al.*, 2013).

Formações pioneiras são formadas pela formação pioneira com influência marinha, conhecido como restinga esta formação é um conjunto de ecossistemas que compreende comunidades vegetais florísticas, situadas em terrenos predominantemente arenosos, de origens marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinações destas. Geralmente são encontradas em solos pouco desenvolvidos em regiões de praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, planícies e terraços. A Formação Pioneira com Influência Fluviomarinha é conhecida como os manguezais é um ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas (CONAMA, 1999; CONAMA, 2002; IBGE, 2012; SEVEGANI, 2013; VIBRANS *et al.*, 2013).

Na Figura 12 podemos visualizar as quatro regiões fitoecológicas Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Estepe e as Formações Pioneiras.



**Figura 12** Mapa da vegetação predominante do estado de Santa Catarina.  
 Fonte: Sevegani, 2013.

#### 4.1.5 HIDROGRAFIA

A hidrografia do estado de Santa Catarina está integrada de um lado na Bacia Paraná-Uruguai e de outro lado na Bacia do Sudeste, sendo assim, dividimos a rede hidrográfica catarinense em dois sistemas independentes: a vertente do Litoral e a vertente do Interior, que têm como divisores de águas as escarpas da serra Geral e a serra do Mar (PRATES *et al.*, 1986).

A vertente do Litoral ocupa 35.804 Km<sup>2</sup> o que representa 37.3 % do território catarinense e é formada por bacias isoladas entre si, como as dos rios Itajaí-Açu, Tubarão, Araranguá, Tijucas, Cubatão e Itapocu. Os rios da Vertente do Litoral são menos extensos que os rios do interior e se orientam no sentido oeste-leste, ou seja, diretamente para o mar (PRATES *et al.*, 1986).

A vertente do Interior ocupa 60.185 Km<sup>2</sup> o que representa 62,7% do território catarinense e é formada pelas bacias do rio Uruguai e do rio Iguaçu e seus afluentes que se orientam para o interior (PRATES *et al.*, 1986).



Paraguai (6%) e Uruguai (4%) (SILVA, 2011; SURITA; AMORE, 2002; VILLAR, 2010).

No Brasil os dois terços da área total do Sistema Aquífero Guarani (840 mil km<sup>2</sup>) estão distribuídos por oito estados brasileiros: Mato Grosso do Sul (213.200 km<sup>2</sup>), Rio Grande do Sul (157.600 km<sup>2</sup>), São Paulo (155.800 km<sup>2</sup>), Paraná (131.300 km<sup>2</sup>), Goiás (55.000 km<sup>2</sup>), Minas Gerais (51.300 km<sup>2</sup>), Santa Catarina (49.200 km<sup>2</sup>) e Mato Grosso (26.400 km<sup>2</sup>) (SILVA, 2011; SURITA; AMORE, 2002; VILLAR, 2010).

Mais de dois terços da água captada do aquífero do Guarani é utilizada para o abastecimento humano, sendo que em algumas cidades esta fonte de abastecimento de água é de fundamental importância. Em seguida destinam-se em menor proporção para o setor industrial, irrigação, hidrotermalismo de lazer recreativo e terapêutico (SILVA, 2011; SURITA; AMORE, 2002; VILLAR, 2010).

Da mesma forma que as águas superficiais existem sérios riscos de contaminação das águas subterrâneas seja pela ação humana; contaminação por as fossas sépticas; infiltração de afluentes industriais; fugas das redes de esgotos e galerias de águas pluviais; os aterros sanitários e lixões; radioatividade; por cemitérios (SILVA, 2011; SURITA; AMORE, 2002; VILLAR, 2010).

As atividades agropecuárias também podem ser potencialmente poluidoras devido o uso indevido de fertilizantes nitrogenados; os agrotóxicos e pesticidas e a contaminação pela atividade da suinocultura (SILVA, 2011; SURITA; AMORE, 2002; VILLAR, 2010).

## **4.2 PRODUÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS**

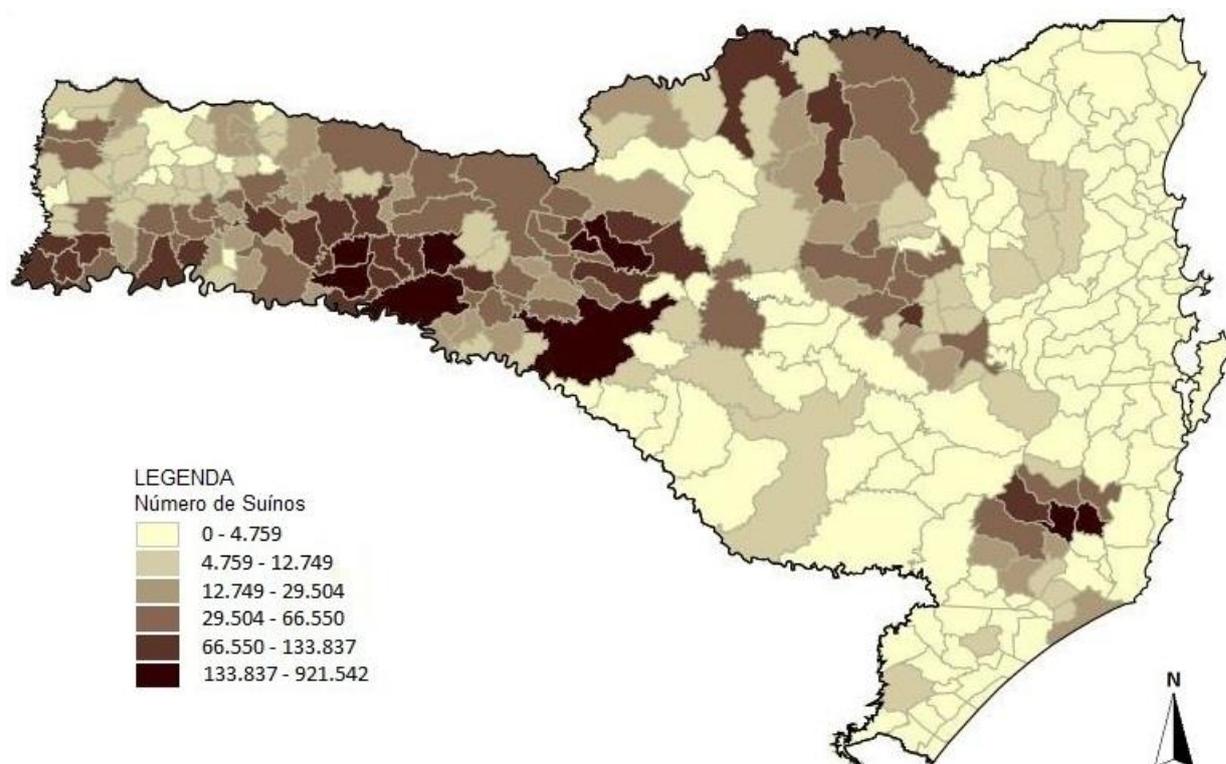
Com o objetivo de mensurar a quantidade de dejetos líquidos de suínos distribuídos em áreas de lavouras dos 10 municípios avaliados, foram realizados cálculos a partir do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e com informações disponibilizadas pela Fundação do Meio Ambiente (FATMA).

As informações extraídas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) são referentes ao ano de 2013 e são as seguintes: número de rebanho efetivo (cabeças) e o número de matrizes.

Segundo SEGANFREDO, 2007, a área de aplicação de dejetos de suínos a ser considerada deve ser a Superfície Agrícola ÚTIL (SAU) para ter uma melhor noção do impacto ambiental sobre os recursos naturais relacionados com a distribuição de dejetos, sendo assim, neste trabalho será considerada a SAU os dados de área de lavoura temporária levantados pelo IBGE no último censo agropecuário realizado em 2006.

Os parâmetros utilizados pela FATMA estão contidos na Instrução Normativa nº 11 que orienta o licenciamento ambiental da atividade de suinocultura no estado de Santa Catarina (FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE, 2004).

Na Figura 14 o mapa do Estado de Santa Catarina com a divisão territorial municipal apresentando o número do rebanho suíno alojado. Na Tabela 7 estão listados os municípios que serão analisados com os respectivos dados de números de suínos, número de matrizes, área de lavouras temporárias utilizadas para aplicação de dejetos de suínos e volume de dejetos que são distribuídos em litros/ha/dia (IBGE, 2012).



**Figura 14** Rebanho suíno alojado  
Fonte: IBGE, 2012.

**Tabela 7** Número de animais, superfície agrícola útil – SAU em (ha) e volume l/ha/dia.

<b>Município</b>	<b>Suínos</b>	<b>Matrizes</b>	<b>SAU (ha)</b>	<b>Volume (l/ha/dia)</b>
<b>01 - Lacerdópolis</b>	42.050	6.9	2.476	139,96
<b>02 - Treze Tílias</b>	51205	2083	2669	104,13
<b>03 - Joaçaba (Sede)</b>	59.500	3.25	4.184	81,70
<b>04 - Erval Velho</b>	40.270	4.1	3.777	72,73
<b>05 - Ouro</b>	61150	3980	5504	66,48
<b>06 - Catanduvas</b>	9.202	743	972	60,03
<b>07 - Vargem Bonita</b>	11500	760	1167	59,19
<b>08 - Ibicaré</b>	32.05	1.78	3.321	55,65
<b>09 - Ponte Serrada</b>	36016	3165	4964	47,19
<b>10 - Luzerna</b>	13.500	1520	2024	47,14

Fonte: IBGE, 2012.

A quantificação de dejetos de suínos que estão sendo aplicados por área de lavoura temporária foi calculada a partir da divisão do volume de dejetos produzidos pelos animais pela área apta a serem distribuídos os dejetos. A melhor descrição deste procedimento bem como os fundamentos utilizados estão descritos a seguir.

No processo de licenciamento da atividade de suinocultura pela FATMA ocorreram algumas mudanças na Instrução Normativa nº 11 com a sua atualização e publicação da nova Instrução Normativa nº 11 em 05 de novembro de 2014.

Dentre as alterações podemos citar a alteração no volume de dejetos líquidos de suínos produzidos e fator limitante ambiental para distribuição de dejetos líquidos de suínos em lavouras que agora tem relação ao teor de P no solo.

O volume de dejetos líquidos de suínos produzidos por dia para animais na fase de crescimento e terminação na antiga Instrução Normativa nº 11 era de 7 litros e para fêmeas com leitões em lactação e fêmeas em gestação a produção de dejetos líquidos era respectivamente de 27 litros/animal/dia e 16,2 litros/animal/dia (FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE, 2004).

Após estudos desenvolvidos pela EMBRAPA Suínos e Aves de Concórdia - SC em parceria com a FATMA e outras instituições o volume de dejetos produzidos para os suínos em terminação diminuiu para 4,5 litros/animal/dia e o número de dejetos produzidos no sistema de Unidade de Produção de Leitões – UPL, sistema o qual considera no cálculo o número de fêmeas em lactação e gestação alterou para 22,80 litros/matriz/dia (FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

Neste estudo o número de animais do rebanho citados pelo IBGE, (2013) foram considerados como suínos em fase de crescimento e terminação com peso

entre 23,00kg e 120kg e as matrizes foram consideradas estar no sistema de Unidade de Produção de Leitões (UPL), onde inclui as matrizes na fase de gestação e lactação (FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

Com a soma do resultado da quantidade de dejetos líquidos de suínos produzidos por suínos em crescimento e terminação e das matrizes por município foi realizada a divisão pela superfície agrícola útil que neste estudo foi considerada a área de lavouras temporárias encontrando assim o volume de dejetos que estão sendo distribuídos em m<sup>3</sup>/ha/ano.

### **4.3 ANÁLISES DE SOLO: MACRO NUTRIENTES**

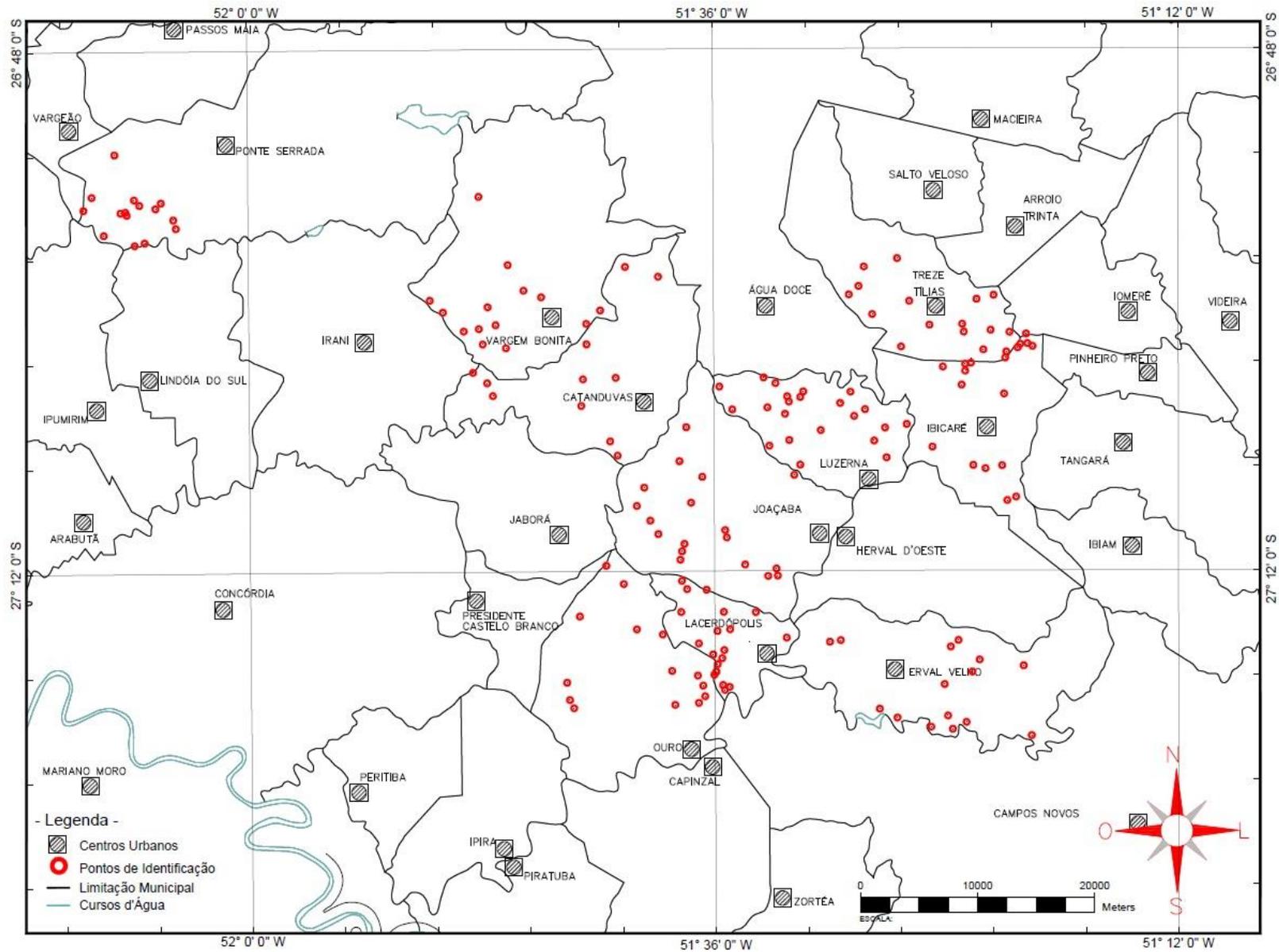
A suinocultura segundo Resolução Consema n° 13 é uma atividade potencialmente causadora de degradação ambiental sendo assim deve passar por um processo de licenciamento ambiental (CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2012).

No processo de licenciamento da atividade de suinocultura a cada renovação da Licença Ambiental de Operação, que acontece no mínimo a cada 48 meses, são apresentadas análises de solo das áreas de distribuição de dejetos de suínos como fertilizante. Os processos de licenciamento ambiental que foram utilizados para a coleta de dados foram os que haviam protocolo de renovação no órgão ambiental. (FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

Para cada um dos 10 municípios selecionados foram compiladas 50 análises de solo de propriedades que exercem a atividade de suinocultura e que possuem um histórico de aplicação de dejetos líquidos de suínos em lavouras por um período superior a oito anos.

Essas análises foram obtidas a partir de uma amostra composta, da camada 0 – 10 cm, coletadas em áreas de lavoura onde o dejetos líquido de suíno é utilizado anualmente como fonte de nutriente para as culturas de inverno e verão.

Na Figura 15 visualizamos o mapa da região meio-oeste catarinense onde estão identificadas as unidades produtoras de suínos que foram avaliadas neste trabalho. Estas unidades produtoras totalizaram 164 propriedades rurais que são os locais de onde foram coletadas as amostras de solo para avaliação neste estudo.



**Figura 15** Mapa da região meio-oeste catarinense com pontos das unidades produtoras de suínos.

No Apêndice nas Tabelas 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24 estão apresentadas as coordenadas UTM, DATUM SAD69, de todas as unidades produtoras de suínos dos respectivos municípios: Catanduvas; Erval Velho; Ibicaré; Joaçaba; Lacerdópolis; Luzerna; Ouro; Ponte Serrada; Treze Tílias; Vargem Bonita.

Conforme FATMA (2014) os quatro tipos de sistema de criação de suínos destas unidades produtoras são os seguintes: ciclo completo, unidade de produção de leitões, creche e terminação.

Neste trabalho os macros nutrientes adotados para o monitoramento da qualidade do solo foram P e K, o primeiro principalmente por ser um nutriente pouco móvel no solo e que reflete satisfatoriamente o histórico de adubação realizada em uma área e o segundo por ser um nutriente que é pouco estudado em relação á outros nutrientes como N, P, Cu e Zn.

Para análise de referência dos parâmetros e diagnóstico da fertilidade dos solos estudados foi utilizado o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS, 2004).

O estabelecimento das faixas de disponibilidade de nutrientes adotados pelo manual de ROLAS levaram em consideração os resultados de pesquisas a campo que estão ligados ao rendimento das culturas em diferentes solos, e em muitos anos relacionando isto com os teores de nutrientes no solo. Sendo assim, foram definidos os teores críticos que indicam qual a probabilidade de resposta das culturas a adição de fertilizantes conforme ROLAS, (2004).

#### **4.3.1 FÓSFORO**

Para determinação do P extraível das amostras de solo foi utilizado o método Mehlich-1 onde a sua determinação é realizada por colorimetria, utilizando molibdato de amônio e uma solução redutora. Para determinação do P foram necessários 3,00 cm<sup>3</sup> de solo e o teor final deste macro nutriente é expresso em mg/dm<sup>3</sup> (ROLAS, 2004).

As faixas de interpretação agrônômica dos resultados das análises de solo convencionadas pelo ROLAS e utilizadas neste trabalho para P estão apresentadas na Tabela 18.

O teor crítico tanto para o P como para o K é considerado como o limite inferior à faixa alta, nível ao qual a cultura apresenta um rendimento relativo máximo. Abaixo do limite crítico os rendimentos da cultura diminuem. Por outro lado excessos nos teores (faixa muito alto) podem prejudicar o rendimento das culturas (ROLAS, 2004).

Na Tabela 8 podemos visualizar a interpretação do teor de P no solo extraído pelo método Mehlich-1 conforme o teor de argila e os quatro teores críticos que são os seguintes: 12 mg/dm<sup>3</sup>, 18 mg/dm<sup>3</sup>, 24 mg/dm<sup>3</sup>, 42 mg/dm<sup>3</sup> para as classes texturais, 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

A porcentagem de argila de cada classe textural conforme ROLAS, (2004) é a seguinte: classe 1 = > 60% de argila; classe 2 = 60 a 41% de argila; classe 3 = 40 a 21% de argila; classe 4 = ≤ 20% de argila.

Tabela 8 Interpretação do teor de P no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila.

Interpretação	Classe de solo conforme o teor de argila(1)			
	1	2	3	4
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----			
<b>Muito baixo</b>	2,0	3,0	4,0	7,0
<b>Baixo</b>	2,1 - 4,0	3,1 - 6,0	4,1 - 8,0	7,1 - 14,0
<b>Médio</b>	4,1 - 6,0	6,1 - 9,0	8,1 - 12,0	14,1 - 21,0
<b>Alto</b>	6,1 - 12,0	9,1 - 18,0	12,1 - 24,0	21,1 - 42,0
<b>Muito alto</b>	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 42,0

Fonte: ROLAS, 2004.

No total 500 análises de solo foram avaliadas neste estudo para o P, nas faixas de interpretação agrônômica, em seguida foram calculadas a porcentagem total de cada faixa por município e posteriormente calculada a média geral dos 10 municípios contemplados no estudo.

Para o P, segundo a Instrução Normativa nº 11 da FATMA ficou definido o LCA-P como um critério a ser seguido no processo de licenciamento da atividade de suinocultura no estado de Santa Catarina. Desta forma este limite também foi utilizado neste trabalho como uma forma de determinar a possível poluição por este elemento químico no solo (FATMA, 2014).

O LCA-P, que expressa o teor máximo do nutriente P extraível admitido no solo das áreas de disposição de dejetos líquidos de suínos, utilizado neste trabalho foi proposto por Gatiboni *et al.*, (2014).

Conforme já apresentado o LCA-P foi formado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{LCA-P} = 40 + \text{argila}(\%)$$

com a condição para o teor de argila: deve ser obtido a partir da camada 0 – 10 cm e expresso em percentagem (FATMA, 2014).

A partir da utilização da equação acima se definiu o LCA-P de cada uma das 500 análises de solo.

Depois foram estabelecidas classes de enquadramento, como segue:

- número de análises que atingiram menos 30% do LCA-P;
- número de análises que atingiram de 30% a 100% do LCA-P;
- número de análises que atingiram até 20% acima do LCA-P e;
- número de análises que atingiram com mais de 20% acima do LCA-P.

#### **4.3.2 POTÁSSIO**

Para determinação do K extraível foi utilizado o extrator Mehlich-1 conforme empregado na extração do P. Entretanto o teor de K no extrato é determinado por fotometria de chama. Para determinação do K são necessários 3,00 cm<sup>3</sup> de solo e o teor final deste macro nutriente é expresso em mg/dm<sup>3</sup> (ROLAS, 2004).

As faixas de interpretação agrônômica dos resultados das análises de solo convencionadas pelo ROLAS e utilizadas neste trabalho para K estão apresentados na Tabela 9.

O teor crítico K é considerado como o limite inferior à faixa alta, nível ao qual a cultura apresenta um rendimento relativo máximo. Abaixo do limite crítico os rendimentos da cultura diminuem. Por outro lado excessos nos teores (faixa muito alto) podem prejudicar o rendimento das culturas (ROLAS, 2004).

Na Tabela 9 visualizamos a interpretação do teor de K conforme as classes de CTC do solo a pH 7,0. Os teores críticos do K são três: 45 mg/dm<sup>3</sup>, 60 mg/dm<sup>3</sup> e 90 mg/dm<sup>3</sup>, para solos com CTC pH 7,0 ≤ 5,0, entre 5,1 e 15,0 e > 15,0 mg/dm<sup>3</sup>, respectivamente.

**Tabela 9** Interpretação do teor de K conforme as classes de CTC do solo a pH 7,0.

Interpretação	CTCpH 7,0 (cmolc/dm <sup>3</sup> )		
	> 15,0	5,1 - 15,0	≤ 5,0
	-----mg de K/dm <sup>3</sup> -----		
<b>Muito baixo</b>	≤ 30	≤20	≤15
<b>Baixo</b>	31 - 60	21 - 40	16 - 30
<b>Médio</b>	61 - 90	41 - 60	31 - 45
<b>Alto</b>	91 - 180	61 - 120	46 - 90
<b>Muito alto</b>	> 180	> 120	> 90

Fonte: ROLAS, 2004.

No total as 500 análises de solo avaliadas neste estudo foram enquadradas, tanto para o K nas faixas de interpretação agrônômica, em seguida foram calculadas a porcentagem total de cada faixa por município e depois calculada a média geral dos 10 municípios contemplados no estudo.

Segundo a nova Instrução Normativa nº 11 da FATMA não está definido nenhum Limite Crítico Ambiental de K (LCA-K) como critério a ser seguido no processo de licenciamento da atividade de suinocultura no Estado de Santa Catarina.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PRODUÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS

A partir da metodologia descrita anteriormente desenvolvida para calcular a quantidade de dejetos líquidos a serem distribuídos em áreas de lavoura os resultados indicados na Tabela 10.

**Tabela 10** Volume de dejetos líquidos em m<sup>3</sup> distribuídos em áreas de lavoura por hectare/ano.

Município	Volume (m <sup>3</sup> /ha/ano)
01 - Lacerdópolis	51,09
02 - Treze Tílias	38,01
03 - Joaçaba	29,82
04 - Erval Velho	26,55
05 - Ouro	24,27
06 - Catanduvas	21,91
07 - Vargem Bonita	21,61
08 - Ibicaré	20,31
09 - Ponte Serrada	17,22
10 - Luzerna	17,21

Segundo a Instrução Normativa n° 11 da FATMA, em vigor até novembro de 2014, a quantidade máxima de dejetos para a utilização em lavouras era de 50 m<sup>3</sup>/ha/ano, e de acordo com recomendações de adubação indicadas por laudo com base em análise do solo.

Dentre os 22 municípios pertencentes à CODAM (CRP) o município de Lacerdópolis superou a quantidade máxima de dejetos para a utilização em lavouras, pois atingiu 51,09 m<sup>3</sup>/ha/ano.

Devido à aplicação de fertilizante em desconformidade técnica neste município aumentou-se o potencial poluidor dos dejetos causando sérios riscos aos recursos hídricos da região, devido ao carreamento de nutrientes para cursos hídricos e acúmulo de P, Cu, Zn, Ni, Mn e Cd no solo (BASSO *et al.*, 2012).

A Tabela 10 indica que além de Lacerdópolis apenas outros três municípios: Treze Tílias, Joaçaba e Erval Velho, excederam mais de 50% do valor permitido de dejetos a serem aplicados no solo, ou seja, a maioria dos municípios avaliados ainda

permite expansão da atividade de suinocultura com a disposição dos dejetos líquidos de suínos como fertilizante agrícola orgânico.

Considerando que a principal forma de destinação final de dejetos de suínos é pela distribuição com fertilizante em áreas de lavoura, devem ser respeitados os limites e recomendações impostos pela legislação ambiental vigente e sempre adotando práticas agronômicas conservacionistas (SEGANFREDO, 2007).

Tendo como base que a suinocultura é uma atividade em expansão, para o município de Lacerdópolis, como forma de precaução de contaminação dos solos, ar e águas de superfície e subterrâneas, não se indicaria a ampliação desta atividade onde a forma de tratamento fosse à distribuição de dejetos em lavoura. Esta é uma região que está saturada de dejetos líquidos de suínos que pode estar colocando em risco o meio ambiente (FATMA, 2004; FATMA, 2014).

Levando em consideração que se a Instrução Normativa nº 11 para a suinocultura ainda restringisse o volume de 50 m<sup>3</sup> de dejetos possíveis de serem distribuídos por hectare por ano o município de Lacerdópolis não teria capacidade suporte de solos de lavoura para distribuição (FATMA, 2004).

Neste caso deveriam ser então adotados novos métodos de tratamento de dejetos de suínos como, por exemplo, criação em sistema de cama sobreposta, biodigestores, leira de compostagem (EMBRAPA, 2006, EMBRAPA, 2011; SEGANFREDO, 2007).

## **5.2 ANÁLISES DE SOLO MACRONUTRIENTES**

### **5.2.1 FÓSFORO**

Após compilação de dados das análises de solo para o macro nutriente P os resultados segundo as faixas de interpretação agronômica em porcentagem por município e média geral dos dez municípios avaliados estão na Tabela 11 e Figura 16 respectivamente.

**Tabela 11** Resultado em porcentagem das faixas de interpretação agronômica das análises de solo para o fósforo por município.

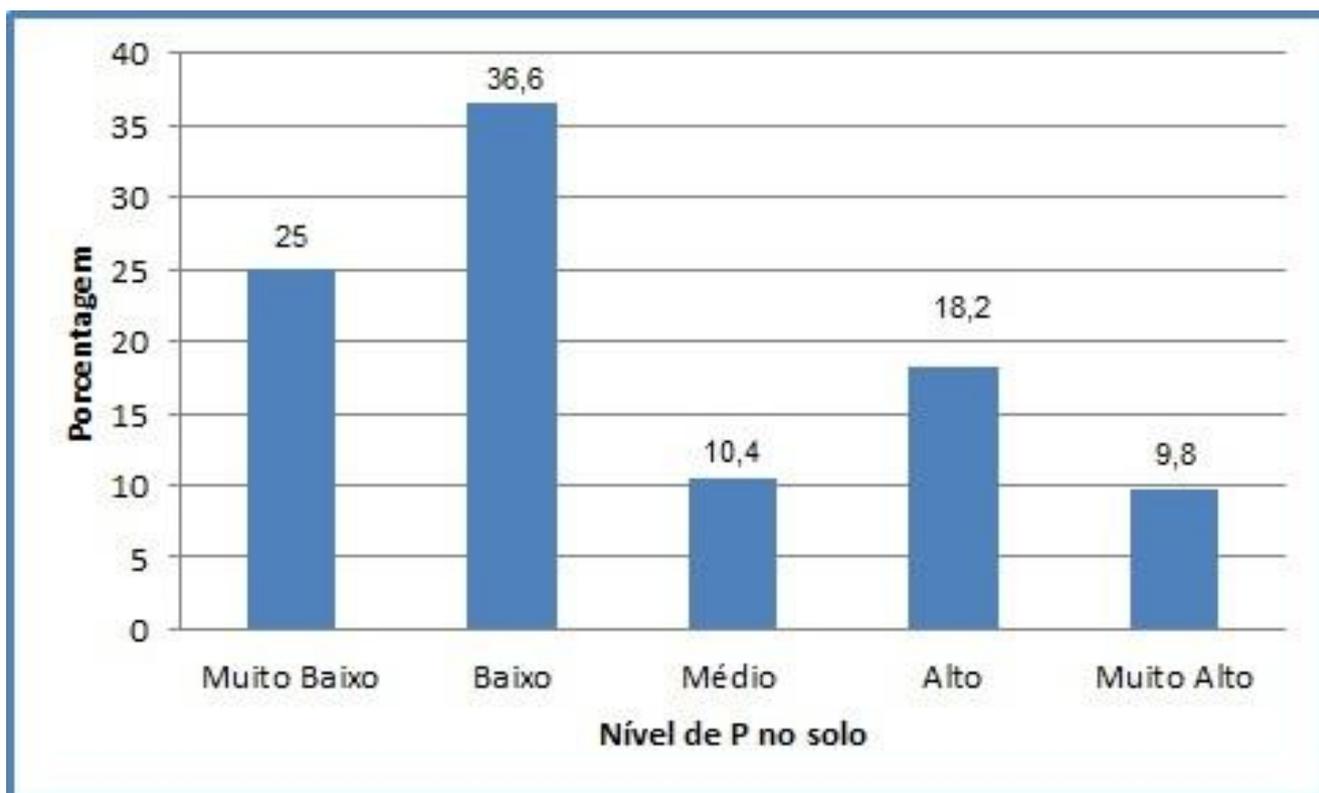
Município	Fósforo (%)				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Lacerdópolis	14	36	10	14	26
Joaçaba	24	30	6	26	14
Treze Tílias	12	40	12	22	14
Erval Velho	28	32	12	18	10
Luzerna	26	36	12	16	10
Vargem Bonita	30	32	18	12	8
Ibicaré	8	50	14	22	6
Ouro	42	32	6	16	4
Ponte Serrada	44	38	6	8	4
Catanduvás	22	40	8	28	2

Fonte: DA FRE, (2015).

Segundo Tabela 10 os municípios que apresentaram o maior volume de dejetos líquidos de suínos distribuídos na área útil agricultável do município foram: Joaçaba, Treze Tílias e Lacerdópolis.

Conforme Tabela 11 acima notamos que estes mesmo três municípios foram justamente os que apresentam em suas análises de solo a maior porcentagem da faixa de interpretação agronômica no nível muito alto.

A porcentagem de análises de solo destes municípios que apresentaram faixas de interpretação agronômica no nível muito alto foram os seguintes: Treze Tílias 14%, Joaçaba 14% e Lacerdópolis 26%.



**Figura 16** Resultado em porcentagem da média geral das faixas de interpretação agrônômica das análises de solo para o P para os dez municípios.  
 Fonte: DA FRE, (2015).

A maioria das amostras de solo analisadas o P está abaixo do limite crítico agrônômico que seria a faixa de interpretação no nível alto. Somadas a porcentagem das faixas Muito Baixo, Baixo, Médio e Alto chegamos a 90,2%, das amostras.

Desta forma, segundo as convenções agrônômicas utilizadas pelo ROLAS, (2004) o teor de P no solo ainda está abaixo do nível necessário para as culturas apresentarem um rendimento relativo máximo.

Observa-se na Figura 16 que 9,80% das análises de solo avaliadas neste estudo superaram este nível crítico para as plantas, então conclui-se que estas amostras de solo analisadas não necessitam mais do macro nutriente P para o rendimento máximo das culturas, pois agora depende de outros fatores limitantes.

Estão apresentados na Tabela 12 os dados por município em porcentagem de análises de solo que se enquadraram em cada uma das quatro categorias propostas, ou seja, menos 30% do LCA-P, de 30% a 100% do LCA-P, de até 20% acima do LCA-P e com mais de 20% acima do LCA-P.

**Tabela 12** Resultados em porcentagem de análises de solo por município em relação ao LCA-P.

Município	LCA-P			
	< 30%	30%-100%	Até 20% acima	Mais de 20% acima
Lacerdópolis	76	22	2	0
Erval Velho	86	14	0	0
Treze Tílias	88	12	0	0
Vargem Bonita	92	8	0	0
Joaçaba	94	6	0	0
Ibicaré	96	4	0	0
Ouro	96	4	0	0
Ponte Serrada	98	2	0	0
Catanduvás	100	0	0	0
Luzerna	100	0	0	0

Fonte: DA FRE, (2015).

A partir da análise da tabela nota-se que para a grande maioria das amostras ainda está muito distante do LCA-P proposto pelo órgão ambiental do Estado de Santa Catarina, pois em relação às 500 análises de solo avaliadas somente 0,2%, ou seja, apenas uma amostra superou o LCA-P.

Conforme, FATMA, (2014) algumas medidas devem ser tomadas no caso desta análise de solo que excedeu o LCA-P como uma forma de precaução a uma possível contaminação do solo. Antes de ser proibida a aplicação de qualquer fertilizante que contenha P na sua composição algumas medidas podem ser utilizadas na sua redução como, por exemplo, limitar em até 50% da quantidade de P em relação à dose manutenção recomendada para a cultura.

A redução do teor de P no solo também pode ser feito através de revolvimento do solo diluindo-o para camadas mais profundas, mas junto a este procedimento deve-se utilizar outras práticas agrônômicas conservacionistas como controle da erosão do solo, cultivo em terraços, curvas de nível (FATMA, 2014).

Outra recomendação como medida mitigatória é realizar o cultivo na área de espécies com grande extração e exportação de P como, por exemplo, o milho, milheto, cana de açúcar e sorgo para silagem, forrageiras para corte como o capim-elefante e o capim-guatemala e para fenação como as gramíneas de gênero *Cynodon*, e a alfafa (FATMA, 2014; FONSECA, 2010).

Segundo recomendações da FATMA (2014) considerando que caso em quatro anos, que é normalmente o período de cada renovação do licenciamento

ambiental, não seja reduzido o teor de P no solo a níveis aceitáveis deverá ser suspensa a aplicação de qualquer tipo de fertilizante que contenha P na composição e devem ser iniciadas práticas mitigatórias para redução deste nutriente no solo abaixo do LCA-P.

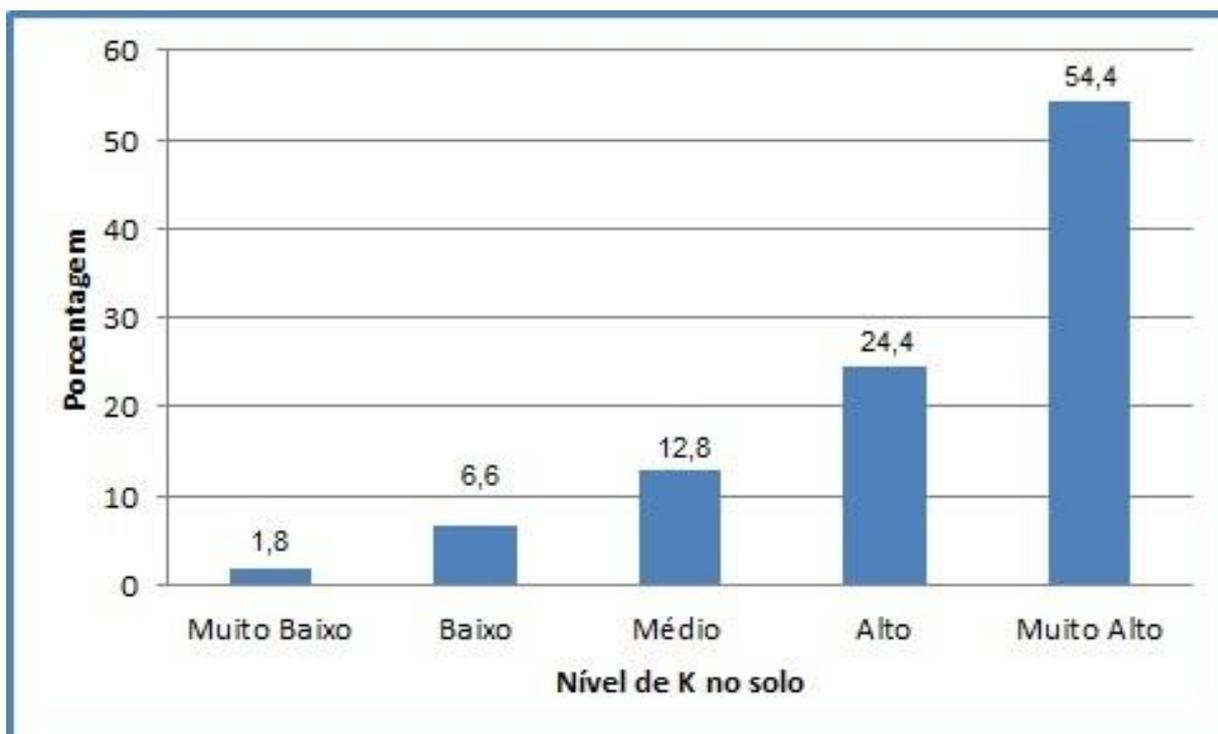
### 5.2.2 POTÁSSIO

Após compilação de dados das análises de solo para o macro nutriente K os resultados segundo as faixas de interpretação agronômica em porcentagem por município e média geral dos dez municípios avaliados são apresentados na Tabela 13 e Figura 17 respectivamente.

**Tabela 13** Resultado em porcentagem das faixas de interpretação agronômica das análises de solo para o fósforo por município (DA FRE, 2015).

Município	Potássio (%)				
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Treze Tílias	0	4	12	18	66
Lacerdópolis	0	6	6	26	62
Erval Velho	0	8	20	10	62
Joaçaba	2	2	14	24	58
Ponte Serrada	0	8	12	28	52
Ouro	0	10	12	26	52
Vargem Bonita	0	6	22	20	52
Ibicaré	4	4	14	28	50
Catanduvas	12	10	6	26	46
Luzerna	0	8	10	38	44

Fonte: DA FRE, (2015).



**Figura 17** Resultado em porcentagem da média geral das faixas de interpretação agrônômica das análises de solo para o K para os dez municípios.  
Fonte: DA FRE, (2015).

A porcentagem de amostras de solo analisadas que estão acima do limite crítico, ou seja, a faixa muito alto, são de 54,4%, sendo assim, segundo as convenções agrônômicas utilizadas pelo ROLAS (2004) o teor de K já superou o nível ao qual a cultura apresenta um rendimento relativo máximo.

Conclui-se que o K está disponível nas áreas de distribuição dos dejetos, onde o acúmulo deste macro nutriente pode estar ocorrendo devido a não extração do nutriente pelas plantas que estão sendo cultivadas na área.

Nesta análise devemos também levar em consideração que os teores deste nutriente nos solos da região apresentam abundância natural como, por exemplo, em locais onde o material de origem são rochas basálticas o K pode estar em níveis elevados (EMBRAPA, 2004).

Scherer (2010) avaliou o efeito do uso prolongado de dejetos de suínos como fertilizante sobre os atributos químicos do solo, em áreas com culturas anuais cultivadas no sistema de plantio direto. Mesmo sabendo dos teores naturais de K nos solos da região são elevados EMBRAPA (2004) em todas as áreas que receberam dejetos de suínos ou adubo mineral apresentam na profundidade até 10 cm valores bem acima do limite de  $180 \text{ mg dm}^{-3}$  de K, estabelecido como teor muito alto para essas classes de solo.

Segundo Basso (2003) as excessivas aplicações de K, sendo da forma de adubo químico, mas principalmente proveniente de dejetos de suínos, podem resultar em acúmulo de grande quantidade do nutriente na camada superficial do solo, aumentando o potencial de perda desse elemento por escoamento superficial.

Existe uma grande capacidade das plantas de não apresentarem distúrbios relacionados às altos teores de K podendo ser toleradas estas concentrações sem apresentar sintomas de excesso, contudo a grande quantidade deste nutriente pode causar efeitos indiretos pela deficiência induzida de outros nutrientes. Podemos exemplificar em diversos trabalhos com plantas cultivadas citando estes efeitos sobre os outros elementos, principalmente os micronutrientes. (BERGMANN, 1992).

Conforme já descrito por Deon (2007) o excesso de K pode resultar em menor concentração foliar de Fe em cultivares de soja ou até mesmo em elevadas concentrações a absorção ser nula. No cultivo de videiras a produtividade pode ser afetada pelo excesso de K quando ocorre a desproporção na relação (Ca+Mg)/K no solo, ocasionando o desequilíbrio na absorção destes micronutrientes (TECCHIO, 2007), pois a alta concentração dos teores de K no solo tem ação antagonista sobre absorção de  $Ca_2^+$  e  $Mg_2^+$  (FAGERIA, 2001).

Entre outros micronutrientes o excesso de K pode causar também a inibição na absorção de Bo, Zn, Mn e amônio, induzindo, ou ao menos, contribuindo para a deficiência destes elementos (BERGMANN, 1992).

A falta destes nutrientes podem gerar graves distúrbios nutricionais podendo ocasionar como, por exemplo, em relação ao Bo crescimento de folhas menores, mais grossas, encarquilhadas e quebradiças, as nervuras tornam-se extremamente salientes com posterior necrose aparentando aspecto de “costelamento” em algumas espécies expõem fissuras na casca, de onde podem exsudar gomas escuras, gerar deficiência na polinização e atraso no florescimento (BERGMANN, 1992).

Para o Zn as plantas podem desenvolver folhas com limbo estreito e lanceoladas, com clorose entre as nervuras, com a perda da dominância apical, ocorre um superbrotamento das gemas. A planta fica sem ponteiro dominante, acarretando uma redução no crescimento em altura (BERGMANN, 1992).

A Resolução CONAMA nº 001 de 1986, considera como impacto ambiental qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem estar

da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do ambiente e a qualidade dos recursos naturais (CONAMA, 1986).

Sendo assim, quando a prática de distribuição de fertilizantes líquidos de suínos no solo não estão sendo feitas utilizando preceitos agronômicos isto acarreta na elevação dos teores de nutrientes disponíveis no solo desta forma este excesso altera as propriedades químicas do ambiente podendo resultar em um impacto ambiental negativo (CONAMA, 1986).

### **5.3 ANÁLISE COMPARATIVA: NUTRIENTES X LEGISLAÇÃO**

Em países como, por exemplo, Austrália, Dinamarca, Holanda e EUA também existem exigências a serem cumpridas no licenciamento ambiental da atividade de suinocultura. Estas exigências são em relação à capacidade do sistema de armazenamento, tecnologia de armazenagem requerida, exigência de plano de nutrientes, períodos em que o dejetos não deve ser distribuído, entre outras exigências mais específicas (SEGANFREDO, 2007).

Nestes países a adubação agrícola também é indicada como forma para a destinação final dos dejetos líquidos de suínos, contudo ao contrário do Brasil não são levados em consideração o volume dos dejetos para adubação, mas sim como parâmetro a quantidade de nitrogênio necessária pela cultura (SEGANFREDO, 2007).

A aplicação máxima permitida de nutrientes na Austrália é dentre o intervalo de 50 kg de N/ha à 200 Kg de N/ha, na Dinamarca e Holanda existe um valor médio de 140 kg de N/ha e 170 kg de N/ha respectivamente, já no estado de Iowa nos Estados Unidos o valor máximo é de 1,5 vez a recomendação para o nitrogênio. Apenas na Coreia similarmente ao Brasil que a aplicação máxima permitida é com base no volume de dejetos que é de 340m<sup>3</sup>/área-640m<sup>3</sup>/área (SEGANFREDO, 2007).

Na região de Flandres na Bélgica existe uma alta densidade de suínos o que também torna esta região crítica em relação aos dejetos. Neste país é permitido que o total dos dejetos produzidos por todas as espécies de animais criados em confinamento, não ultrapasse 50 t/ha/ano. Considerando apenas o plantel de suínos esta quantidade já é inferior àquela verificada em alguns locais de Santa Catarina

como é o caso que foi apresentado neste trabalho do município de Lacerdópolis (SEGANFREDO, 2007).

Na Tabela 14 pode ser visualizado o limite crítico agrônômico e limite crítico ambiental do P para treze estados dos Estados Unidos da América, a relação destes dois limites e o método de extração utilizado.

**Tabela 14** Limite crítico agrônômico e limite crítico ambiental do P para os estados dos Estados Unidos da América, relação limite Amb/Agr e método de extração.

Estado	P Agrônômico (ppm)	P Ambiental (ppm)	Relação PAgr/Pamb	Método
Arkansas	50	150	3 x	Mehlich-3
Colorado	15	20	1.33x	Olsen
Delaware	50	150	3x	Mehlich-3
Idaho	40	40	1x	Olsen
Kansas	50	200	4x	Mehlich-3
Minnesota	20	20	1x	Morgan
Maryland	25	75	3x	Mehlich-1
Michigan	40	75 - 150	1,87x 3,75x	Bray-1
Ohio	40	150	3,75x	Bray-1
Oklahoma	30	130-200	4,33x - 6,66x	Mehlich-3
Pensilvania	50	200	4x	Mehlich-3
Texas	44	200	4,54x	Texas A&M
Wisconsin	30	100	3,33x	Bray-1

Nota-se que a relação entre o limite crítico agrônômico e o limite crítico ambiental do P em praticamente todos os casos esta proporção é menor que cinco vezes. Apenas no estado de Oklahoma este valor é superior, contudo esta relação entre limites tem uma margem de 4,33 à 6,66 vezes, ou seja, o valor inferior desta margem de relação é menor que cinco vezes.

Conforme ROLAS (2004) o teor crítico agrônômico do fósforo no solo para as diferentes texturas de solo, ou seja, classe 1, 2, 3 e 4 é respectivamente de: 12 mg/dm<sup>3</sup>, 18 mg/dm<sup>3</sup>, 24 mg/dm<sup>3</sup>, 42 mg/dm<sup>3</sup>, sendo assim, realizando uma comparação com o LCA-P dos Estados Unidos multiplicando estes valores em cinco vezes o valores resultantes são os seguintes LCA-P de: 30 mg/dm<sup>3</sup>, 45 mg/dm<sup>3</sup>, 60 mg/dm<sup>3</sup>, 105 mg/dm<sup>3</sup>.

Analisando novamente a Tabela 14 para o solo de textura classe 1, ou seja, os solos que possuem mais de 60% de argila o valor do LCA-P de 105 mg/dm<sup>3</sup> estaria dentro do limite máximo de oito estados americanos.

Nos Estados Unidos a tecnologia utilizada na atividade de suinocultura é de ponta, fato este que os leva a atingir o posto de terceiro maior produtor mundial de carne suína. Sendo assim os valores de LCA-P propostos neste país também podem e devem ser utilizados em outros países sendo então uma alternativa para solucionar o problema da destinação final de dejetos líquidos de suínos em solos de lavoura (SEGANFREDO, 2007).

#### **5.4 RECOMENDAÇÕES AOS PROBLEMAS ASSOCIADOS AO USO DE DEJETOS DE SUÍNOS**

A primeira recomendação para solucionar o problema ambiental dos efluentes gerados pela suinocultura não está ligado apenas ao planejamento nutricional relacionado à excreção de nutrientes, mas sim a diversos fatores como o tipo de concepção das edificações, armazenamento, tratamento, transporte e disposição final dos dejetos (SEGANFREDO, 2007).

Alguns aspectos das edificações são de fundamental importância na questão ambiental por isso ressalta-se que é recomendado que as construções sejam projetadas e executadas por profissionais habilitados. Um problema muito comum existente em muitas pocilgas que foram mal construídas e que pode ser facilmente evitado quando projetada levando em consideração a questão ambiental esta relacionado aos beirais (SEGANFREDO, 2007).

Quando os beirais são muito estreitos permite-se a entrada de águas pluviais nas canaletas de condução dos dejetos. Com a incorporação da água acaba por gerar um maior volume de dejetos de menor qualidade podendo inviabilizar economicamente o seu uso como fertilizante, necessidade de uma maior estrutura para armazená-los e trazendo custos no transporte (SEGANFREDO, 2007).

Segundo o órgão ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, em suas normas técnicas existe uma instrução com critérios técnicos para o licenciamento ambiental de novos empreendimentos destinados à suinocultura (FEPAM, 2014).

Conforme vem sendo seguido em instruções normativas de órgãos ambientais de outros estados também se recomenda que os dejetos líquidos de suínos sejam aplicados no solo após um período de estabilização, em doses

calculadas com base nos teores de nutrientes presentes nos dejetos e necessidade das culturas (FEPAM, 2014; FATMA, 2014; IAP, 2009).

Além destes fatores com base nos tipos de solos da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo existe uma classificação dos solos quanto à resistência a impactos ambientais onde eles são enquadrados nas classes de resistência alta, média, baixa e muito baixa sendo isto mais uma alternativa de mitigar o possível efeito ambiental negativo ao solo que se indica para outras regiões produtoras de suínos (FEPAM, 2014).

Analisando a partir dos dados da Tabela 7 que, mesmo havendo nos municípios avaliados neste estudo uma grande disponibilidade de terras agricultáveis nunca deve-se deixar de utilizar práticas conservacionistas como o terraceamento, cultivo em nível, plantio direto, aplicação parcelada dos dejetos levando em consideração a demanda das culturas.

Para o armazenamento dos dejetos de suínos em Santa Catarina os dois processos mais empregados, totalizando em torno de 95% das edificações existentes, são os modelos de resíduos líquidos conhecidos como esterqueira e bioesterqueira (BELLI *et al.*, 2001; EMBRAPA, 2006).

Após a armazenagem nestes modelos ficam os dejetos integrados a prática agrícola, aproveitando-se do potencial fertilizante com a capacidade-suporte do ecossistema solo (BELLI *et al.*, 2001). São necessárias extensas áreas disponíveis com culturas suficientes para o aproveitamento agrônômico desses resíduos, além da disponibilidade de máquinas e equipamentos para o transporte e distribuição o que pode acabar inviabilizando a utilização destes métodos (EMBRAPA, 2006).

Como outras opções viáveis para a destinação final dos dejetos líquidos de suínos são através do emprego de sistemas de tratamento de produção de resíduo sólido como, por exemplo: o sistema de produção de suínos em cama sobreposta, e a compostagem (EMBRAPA, 2006).

O sistema de produção de suínos em cama sobreposta apresenta, como principal vantagem, a redução dos volumes dos dejetos produzidos devido à eliminação quase total da água contida nos dejetos e por consequência menor risco ambiental devido ao manejo dos dejetos na forma sólida (BELLI *et al.*, 2001; EMBRAPA, 2006).

Neste sistema há um melhor aproveitamento da cama como fertilizante agrícola, devido à grande concentração de nutrientes. O composto pode ser

estocado na propriedade rural e utilizado conforme sua necessidade no momento mais adequado. Em propriedades onde o sistema de tratamento de dejetos na forma líquida não possui uma grande capacidade de esterqueiras o produtor necessariamente tem que distribuir os dejetos na lavoura mesmo que em momentos adequados o que pode causar poluição ambiental (EMBRAPA, 2006).

Em alguns locais da Europa onde os recursos hídricos estão muito poluídos por nitrato e onde a legislação ambiental não permite mais o aumento do plantel utilizando o sistema de tratamento de dejetos convencional cresce a procura pela compostagem. Desta forma no município de Lacerdópolis o emprego da compostagem seria um método recomendado, pois conforme Tabela 10 está extrapolada a quantidade de dejetos a ser distribuída em áreas de lavouras por hectare/ano (EMBRAPA, 2006).

Tem relevância citar que ocorre a redução em mais de 50% da emissão de amônia ( $\text{NH}_3$ ), redução de metano ( $\text{CH}_4$ ) e a emissão de gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) é quase que inexpressiva nestes métodos. O manejo dos resíduos na forma sólida reduz os impactos ambientais pela redução dos gases de efeito estufa quando comparado ao sistema de manejo de dejetos em esterqueiras e bioesterqueiras e também reduz os odores produzidos pela atividade de suinocultura (EMBRAPA, 2006; SARDÁ *et al.*, 2010).

Como outro método a utilização de biodigestores representa uma excelente alternativa tecnológica para o tratamento de resíduos gerados pela atividade de suinocultura. Este sistema de tratamento traz vantagens para o produtor e ao meio ambiente, pois permite que o dejetos seja tratado e a partir da sua transformação ocorre produção de energia renovável, o biogás, e biofertilizante para ser usado em lavouras (SEGANFREDO, 2007, BARBOSA, 2011).

Mesmo que o efluente gerado no biodigestor não possa ser lançado diretamente em qualquer recurso hídrico os biodigestores diminuem a contaminação da água e do solo, pois neste sistema ocorre uma redução da carga orgânica de 70 a 80% reduzindo o seu poder poluente. Entretanto apesar da redução significativa da carga orgânica não se deve deixar de lado os preceitos agronômicos aplicados para os dejetos brutos. Este sistema de tratamento também diminui a poluição do ar considerando que neste método é reduzida significativamente a emissões de gases de efeito estufa. (KUNZ, 2008; ROLAS, 2004, SEGANFREDO, 2007).

Para a produção suinícola umas das principais tecnologias desenvolvidas na EMBRAPA Suínos e Aves é o Sistema de Tratamento de Dejetos de Suínos (SISTRATES). Apto a operar em conjunto com outra forma de tratamento de dejetos de suínos, ou seja, os biodigestores, este sistema é uma excelente forma de tratamento dos efluentes da suinocultura controlando a poluição do ar, do solo e da água e ideal para regiões produtoras de suínos com restrição de área para disposição de dejetos no solo (EMBRAPA, 2011).

Acoplado aos biodigestores produz biogás para geração de energia elétrica e calor. A água proveniente deste tratamento pode ser reutilizada no processo produtivo, pode-se lançar o efluente nos corpos d'água ou utiliza-lo em outras atividades como a piscicultura (EMBRAPA, 2011).

O SISTRATES também permite recuperar os nutrientes presentes nos dejetos de suínos através de um processo de separação física de sólidos, biodigestão anaeróbia, da remoção biológica de nitrogênio por nitrificação e desnitrificação e precipitação química de fósforo (EMBRAPA, 2011).

Considerando que as maiores perdas do macro nutriente P estão relacionadas ao intervalo entre a aplicação do dejetos e que o principal caminho de perdas ocorre via escoamento superficial, a aplicação do dejetos em áreas mais declivosas deve ser encarada com muita cautela e deve-se evitar a aplicação do dejetos quando há possibilidade eminente de chuva (CERETTA, 2005).

## 6 CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi voltado a análise da condição ambiental de solos utilizados para distribuição de dejetos de suínos na região meio-oeste de Santa Catarina que é a área onde a atividade de suinocultura fica concentrada neste estado.

A quantificação dos dejetos produzidos e a avaliação de análises de solo para os macros nutrientes P e K foram o foco principal dos estudos realizados neste trabalho com o objetivo de chegar a conclusões sobre a situação real da condição ambiental de solos da região meio-oeste catarinense.

A análise identificou que apenas para o município de Lacerdópolis, o volume de dejetos líquidos distribuídos em áreas de lavoura atingiu 51,09 m<sup>3</sup>/ha/ano excedendo o permitido na legislação ambiental catarinense.

Como uma forma de controle de uma possível poluição ambiental devem ser respeitadas as condicionantes impostas nas licenças ambientais expedidas pelo órgão ambiental estadual licenciador e às outras normas vigentes para esta atividade como, por exemplo, o monitoramento permanente dos dejetos no solo (FATMA, 2014).

A porcentagem de amostras de solo analisadas que estão na faixa de interpretação agrônômica do fósforo no nível muito alto foi de apenas 9,80%. Sendo assim para a maioria das amostras analisadas o P está abaixo do limite crítico agrônômico que seria a faixa de interpretação no nível alto, ou seja, o teor de macro nutriente no solo ainda está abaixo do nível necessário para as culturas apresentarem um rendimento relativo máximo.

Em relação ao Limite Crítico Ambiental de P (LCA-P) das análises de solo avaliadas, somente 0,2% superou o LCA-P recomendado pela legislação. A grande maioria das amostras também está muito abaixo do Limite Crítico Ambiental de P proposto pelo órgão ambiental do estadual sendo assim ainda permite-se aplicação deste nutriente nos solos.

A porcentagem de amostras de solo analisadas que estão na faixa de interpretação agrônômica do potássio no nível muito alto foi de 54,4%. Desta forma mais da metade das análises de solo avaliadas o teor de K no solo já superou o nível ao qual a cultura apresenta um rendimento relativo máximo estando então

acima do limite crítico conclui-se que o K está disponível de sobra nas áreas de distribuição dos dejetos.

Havendo uma desproporção de disponibilidade de nutrientes, como no caso do P e K, isto deve ser corrigido através de métodos de tratamento de dejetos ou culturas que absorvam mais determinado nutriente.

Conforme demonstrado neste trabalho, a quantidade de dejetos nos municípios da região meio-oeste catarinense ainda está abaixo do limite da capacidade suporte. Portanto, se o armazenamento, tratamento e disposição destes dejetos forem corretos, a princípio, estará garantida a qualidade ambiental da região em relação à suinocultura. Entretanto, é necessário que haja um monitoramento permanente para evitar que o limite seja ultrapassado como ocorreu no caso de município de Lacerdópolis.

Há necessidade, portanto, de efetivo controle da produção e utilização dos dejetos nesta região produtora de suínos. É importante que sejam aplicados métodos de controle de poluição eficientes, decorrentes de pesquisas técnicas permanentes, para que não ultrapasse a capacidade suporte dos solos e que a legislação ambiental seja cumprida pelos produtores para garantir a manutenção da qualidade ambiental (EMBRAPA, 2011; SEGANFREDO, 2007).

Conclui-se neste trabalho que a condição ambiental dos solos utilizados para distribuição de dejetos da atividade de suinocultura apesar do elevado número de animais não está tão crítica, contudo devem ser seguidas a risca todas as orientações e medidas a serem tomadas em favor do desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

ADUAN, R.E.; VILELA, M.F.; JUNIOR, F.B.R. **Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. 1 ed. Curitiba: graf. Capital LTDA, v. 1, p. 215-270, 2005.

ASSIS, F.O.; MURATORI, A.M.. **Poluição Hídrica Por Dejetos De Suínos: Um Estudo De Caso Na Área Rural Do Município De Quilombo, Santa Catarina**. Revista Eletrônica Geografar, Curitiba, v.2, n.1, p.42-59, Jan./Jun. 2007

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2015**. São Paulo, 2015. 248p. Disponível em: [http://abpa-br.com.br/files/RelatorioAnual\\_UBABEF\\_2015\\_DIGITAL.pdf](http://abpa-br.com.br/files/RelatorioAnual_UBABEF_2015_DIGITAL.pdf) Acesso em: 15 de ago. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Cenário Carnes 2014/2015**. São Paulo, 2015. 21p. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Aves\\_e\\_suinos/25RO/Cen%C3%A1rio%20Carnes%202014%202015.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Aves_e_suinos/25RO/Cen%C3%A1rio%20Carnes%202014%202015.pdf) Acesso em: 06 de out. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Relatórios Anual 2012**. São Paulo, 2013. 8p. Disponível em: [http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIPECS\\_relatorio\\_2012\\_pt.pdf](http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/relatorios-associados/ABIPECS_relatorio_2012_pt.pdf) Acesso em: 13 de jun. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Produção Brasileira de Carne Suína 2004 a 2013**. Disponível em: [http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-interno/producao/producao\\_2004\\_2013.pdf](http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-interno/producao/producao_2004_2013.pdf) Acesso em: 07 de jul. de 2015.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DOS CRIADORES DE SUÍNOS. Relatório do ano de 2013. Disponível em: [http://www.accs.org.br/arquivos\\_internos/index.php?abrir=relatorios\\_anuais](http://www.accs.org.br/arquivos_internos/index.php?abrir=relatorios_anuais) Acesso em: 07 de jul. de 2015.

BASSO, C.J. **Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Tese de Doutorado, 125p. 2003.

BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; FLORES, E.M.M.; GIROTTO, E. **Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejetos líquidos de suínos**. Ciência Rural, Santa Maria, v.42, n.4, p.653-659, Abr, 2012.

BARBOSA, G; LANGER, M; **Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental**. Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, Jan./Jun. 2011.

BELLI, P.; CASTILHOS, A.B.; COSTA, R.H.R.; SOARES, S.R.; PERDOMO, C.C.; **Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos**. Rev. bras. eng. agríc. ambient. Vol.5, no.1 Campina Grande, Jan/Abr 2001.

BERGMANN, W. Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis. **Gustav Fischer Publishing House Jena, New York**, ed. 2, p. 741, 1992.

BERWANGER, A.L., CERETTA, C.A.; SANTOS, D.R. **Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2008.

CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre, Sagra, 1992.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; VIEIRA, F.C.B.; HERBES, M.G.; MOREIRA, I.C.L.; BERWANGER, A.L. **Dejeto líquido de suínos: I - perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto**. Cienc. Rural v.35 n.6 Santa Maria nov./dez. 2005.

COLETTI, T.; LINS, H.N. **Transformações na suinocultura do oeste catarinense e busca de alternativas na agricultura familiar: um redesenho das estruturas rurais da região?** IV Encontro de Economia Catarinense. Criciúma, 25p. 2010.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 13/2012**. Disponível em: [http://www.famcri.sc.gov.br/resolucoes/resol\\_consema13.pdf](http://www.famcri.sc.gov.br/resolucoes/resol_consema13.pdf) Acesso em: 29 jul. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001/1986**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> Acesso em 19 de jul. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 420/2009**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009.pdf> Acesso em: 29 de jul. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> Acesso em: 24 de out. 2015.

DEON, M.D. **Crescimento e nutrição mineral da soja submetida a excesso de P, S, K, Ca, Mg em solução nutritiva**. ESALQ/USP, Dissertação de Mestrado, Piracicaba. SP, 2007.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Boletim Informativo BIPERS**, v.10, n.14, p.4-28, 2002.

DUARTE, A.C.; ANDERSON,G.K. **Causes and control of inhibition in the anaerobic treatment os industrial wastewater.** Chemical Abstracts I. Chem. E. Symp. Series, 77:149-158, 1983.

EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves.** Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Concórdia, 3.ed. Documentos n . 19, 97p, 1991.

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46, 2004.

EMBRAPA. **Projeto de Controle da Degradação Ambiental Decorrente da Suinocultura em Santa Catarina:** Unidade de Compostagem para o Tratamento dos Dejetos de Suínos. Concórdia, Documento 114, Jun, 2006.

EMBRAPA. **SISTRATES: Suinocultura com sustentabilidade ambiental e geração de renda.** Concórdia, Folder, Maio, 2011.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas.** Londrina: Editora Planta, 2006.

ESTEVES, F. A.. **Fundamentos de Limnologia.** 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FAGERIA, V. D. **Nutrient interacions in crop plants.** Journal of Plant Nutrition, New York, v.24, p.1269-1290, 2001.

FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa: SBCS, 2006. 432p.

FILIPPIM, E.S; ROSSETTO, C.R.; HERMES, F.M.F. A gestão do desenvolvimento regional: análise de uma experiência no Meio-Oeste catarinense. Cad. EBAPE.BR, vol.3 n°2, Rio de Janeiro, Julho/2005.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras.** Editora UFV, 537p. Edição nº 1, 2010.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FATMA. **Instrução Normativa nº 11 Suinocultura.** Santa Catarina, 37p. 2014. Disponível em:< <http://www.fatma.sc.gov.br/ckfinder/userfiles/arquivos/ins/11/IN%2011%20Suinocultura.pdf>> Acesso em: 20 de junho de 2015.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA - FATMA. **Instrução normativa para licenciamento ambiental.** FATMA: Instrução normativa nº 11, de 13/12/2004.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM. **Critérios Técnicos para o Licenciamento Ambiental de Novos Empreendimentos Destinados à Suinocultura.** Norma Técnica. Rio Grande do Sul, 2014.

GASPER A.L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A.C.; SOBRAL, M.; UHLMANN, A.; LINGNER, D.V.; RIGON-JÚNIOR, M.J.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; KORTE, A. **Inventário florístico florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Ombrófila Mista**. Rodriguésia vol.64 no. 2 Rio de Janeiro. Abr/Jun 2013a.

GASPER A.L.; UHLMANN, A.; SEVEGNANI, L.; LINGNER, D.V.; RIGON-JÚNIOR, M.J.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; SOBRAL, M.; VIBRANS, A.C.; **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Estacional Decidual**. Rodriguésia vol.64 no.3 Rio de Janeiro Jul./Set. 2013b.

GATIBONI, L.C; SMYTH, T.J.; SCHMITT, D.E.; CASSOL, P.C.; OLIVEIRA, C.M.B. **Proposta De Limites Críticos Ambientais De Fósforo Para Solos De Santa Catarina**. BOLETIM TÉCNICO, CAV-UDESC, 2014.

KIEHL, J. E. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 492 p. 1985.

KONZEN, E. A. **Avaliação quantitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejos em forma líquida**. Dissertação de mestrado, UFMG, Belo Horizonte. 1980.

KUNZ, A.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. **Biodigestores: avanços e retrocessos**, Embrapa Suínos e Aves. Boletim Pecuário. 2p. 2008.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. **Instrução Normativa IAP/DIRAM 105.006**, Paraná, 13p. 2009. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=230> Acesso em: 29 de jul. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, n. 1, 2 Ed. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Banco de dados censo demográfico**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)> Acesso em: 13 de jun. 2015.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: CERES, 2006. 631 p.

MALHEIROS, P. da Silva et al . **Contaminação bacteriológica de águas subterrâneas da região oeste de Santa Catarina, Brasil**. Rev. Inst. Adolfo Lutz, São Paulo, vol 68, n. 2, 2009.

MELLO, M.A.; FILIPPI, E.E. **Mudanças Técnicas E Poluição Ambiental Difusa No Oeste De Santa Catarina: Uma Análise A Partir Da Economia Ecológica** Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Londrina, julho, 2007,

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Território do Meio Oeste Contestado.** Xanxerê, 47 p. 2006.

NOLASCO, M.A.; BAGGIO, R.B.; GRIEBELER, J. **Implicações ambientais e qualidade da água da produção animal intensiva.** Revista Acadêmica, Curitiba, v.3, n.2, p.19-26, 2005.

OLIVEIRA, P. A.V. de. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA/CNPISA, Documento, 27, 188 p. 1993.

OMETTO, J.C. **Climatologia Vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres, 441p. 1981.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P. da; MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2002.

PRATES, A.M.M.; MANZOLLI, J.I.; MIRA, M.A.F.B. **Hidrografia de Santa Catarina.** Geosul, nº 1, Florianópolis, 1986.

ROLAS COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 400p. 2004.

SANTOS, R.C. **Cobre, Zinco, Manganês e Sódio em rações, dejetos líquidos de suínos e solos de áreas de uso agrícola.** Dissertação de doutorado (UFRGS), Porto Alegre. RS, 2014.

SARDÁ, L.G; HIGARASHI, M.M; MULLER, S.; OLIVEIRA, P.A.; COMIN, J. **Redução da emissão de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>S através da compostagem de dejetos suínos.** Rev. bras. Eng. Agríc. Ambient. vol.14 no.9 Campina Grande Set. 2010.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; MASSOTTI, Z **Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina** Rev. Bras. Ciênc. Solo vol.34 nº.4 Viçosa Jul/Ago. 2010.

SEBRAE. **Santa Catarina em Números: Macrorregião Meio Oeste.** Florianópolis: Sebrae/SC, 139p. 2013.

SEGANFREDO, M.A. **A questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante no solo.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Circular Técnica, n. 22 37 p. 2000.

SEGANFREDO, M.A.; **Gestão Ambiental na Suinocultura.** Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

SEVEGNANI, L.; SCHROEDER, E. **Biodiversidade catarinense: características, potencialidades, ameaças.** Blumenau: Edifurb, p. 250, Il. 2013. Disponível em: <[http://www.bc.furb.br/docs/CG/2013/353256\\_1\\_1.pdf](http://www.bc.furb.br/docs/CG/2013/353256_1_1.pdf)>. Acesso em: 21 out. 2015.

SHARPLEY, A. N.; WELD, J. L.; BEEGLE, D. B.; KLEINMAN, P. J. A.; GBUREK, W. J.; MOORE Jr, P. A.; MULLINS, G. **Development of phosphorus indices for nutrient management planning strategies in the United States.** Journal of Soil and Water Conservation, v.58, n.3, p.137, 2003.

SILVA, C.L.; BASSI, S.S.N. **Análise dos impactos ambientais no Oeste Catarinense e das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Suínos e Aves.** VI Encontro Nacional da ANPPAS. Belém, 2012.

SILVA, F. C. M. **Tratamento dos dejetos suínos utilizando lagoas de alta taxa de degradação em batelada.** Florianópolis: UFSC, 115p. Dissertação Mestrado. 1996. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/76950> Acesso em: 27 de jun. 2015.

SILVA, M.A.G.; BOARETTO, A.E.; FERNANDES, H.G.; BOARETTO, R.; MELO, A.T.M.; SCIVITTARO, W.B. **Características químicas de um Latossolo adubado com uréia e cloreto de potássio em ambiente protegido.** Sci. Agric., 58:561-566, 2001.

SILVA, P.C.A. **Reserva Hídrica: Aquífero do Guarani e seu uso sustentável.** Monografia de Especialização em Legislação e Políticas Públicas, Brasília, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10ª ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

SOUZA, K.S.; **Eutrofização Dos Corpos D'água Devido À Suinocultura.** Universidade Federal de Santa Catarina Anais da 5ª Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão Set. de 2005. Disponível em: [http://anais.sepex.ufsc.br/anais\\_5/trabalhos/423.html](http://anais.sepex.ufsc.br/anais_5/trabalhos/423.html) Acesso em: 05 de agosto de 2015.

SURITA, C.; AMORE, L. **Caracterização e perspectivas de uso da energia geotermal do sistema aquífero guarani.** XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas São Paulo, 2002.

TECCHIO, M.A.; PAIOLI-PIRES, E. J.; TERRA, M.M; MOURA, M.F. **Produtividade e teores de nutrientes da videira 'Niágara rosada' em vinhedos nos municípios de Louveira e Jundiá.** Biosci. J. Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 48-58, jan./mar. 2007.

TESTA, V.M. & ESPIRITO SANTO, F.R.C. **Principais solos do Oeste Catarinense: Aspectos gerais para identificação no campo e suas principais limitações.** Florianópolis, EPAGRI, Boletim Técnico, n. 60. 75p. 1992.

VEIGA, M.; SANTOS, O.; HAMMES, L.A.; PANDOLFO, C. **Distribuição espacial dos teores de argila, silte e areia na camada superficial do solo em Santa Catarina.** Revista Agropecuária Catarinense, v.25, n.1, mar. 2012.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A.L.; MÜLLER, J.J.V.; REIS, M.S. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: resultados resumidos.** Blumenau. Universidade Regional de Blumenau, 2013.

VILLAR, P.C. **Gestão das águas subterrâneas e o Aquífero Guarani: desafios e avanços.** V Encontro Nacional da Anppas. Florianópolis, Out. 2010.

VOTTO, A. G. **Zoneamento da poluição hídrica causada por dejetos suínos no extremo oeste de Santa Catarina.** 201 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFSC, Florianópolis. 1999.

WERLE, R.; GARCIA, R.A.; ROSOLEM, C.A. **Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo.** R. Bras. Ci. Solo, 32:2297-2305, 2008.

## APÊNDICE

**Tabela 15** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Catanduvas.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Catanduvas	22J	431728	6999194
2	Catanduvas	22J	432917	7017061
3	Catanduvas	22J	419950	7008084
4	Catanduvas	22J	435740	7016239
5	Catanduvas	22J	429233	7011238
6	Catanduvas	22J	432128	7007662
7	Catanduvas	22J	421646	7006109
8	Catanduvas	22J	421154	7007191
9	Catanduvas	22J	429333	7007528
10	Catanduvas	22J	429188	7005272
11	Catanduvas	22J	431656	7002270

**Tabela 16** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Erval Velho.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Erval Velho	22J	466967	6983289
2	Erval Velho	22J	460509	6977965
3	Erval Velho	22J	460918	6977905
4	Erval Velho	22J	454684	6979610
5	Erval Velho	22J	462089	6978489
6	Erval Velho	22J	459368	6977269
7	Erval Velho	22J	460218	6981699
8	Erval Velho	22J	456193	6978859
9	Erval Velho	22J	461397	6985437
10	Erval Velho	22J	463209	6983792
11	Erval Velho	22J	462585	6982760
12	Erval Velho	22J	467656	6977370
13	Erval Velho	22J	460744	6984886
14	Erval Velho	22J	450426	6985292
15	Erval Velho	22J	451350	6985421

**Tabela 17** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Ibicaré.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Ibicaré	22J	461966	7008858

2	Ibicaré	22J	461111	7010502
3	Ibicaré	22J	461737	7009606
4	Ibicaré	22J	459172	7001833
5	Ibicaré	22J	463181	7000287
6	Ibicaré	22J	462000	7009182
7	Ibicaré	22J	465289	7006335
8	Ibicaré	22J	466317	6997604
9	Ibicaré	22J	465567	6997303
10	Ibicaré	22J	466575	7010409
11	Ibicaré	22J	467162	7011430
12	Ibicaré	22J	465125	7000264
13	Ibicaré	22J	467277	7010615
14	Ibicaré	22J	463704	7000008
15	Ibicaré	22J	467711	7010380
16	Ibicaré	22J	461667	7007091
17	Ibicaré	22J	466673	7010555

**Tabela 18** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Joaçaba.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Joaçaba	22J	438566	6997075
2	Joaçaba	22J	445969	6990895
3	Joaçaba	22J	447371	6999441
4	Joaçaba	22J	438149	7003473
5	Joaçaba	22J	445858	6991233
6	Joaçaba	22J	434568	6998347
7	Joaçaba	22J	437654	6992240
8	Joaçaba	22J	443187	6991836
9	Joaçaba	22J	435012	6995004
10	Joaçaba	22J	437797	6992956
11	Joaçaba	22J	445150	6990866
12	Joaçaba	22J	438002	6993164
13	Joaçaba	22J	439891	6989694
14	Joaçaba	22J	437574	7000595
15	Joaçaba	22J	441475	6994450
16	Joaçaba	22J	435769	6994413
17	Joaçaba	22J	441614	6994132
18	Joaçaba	22J	433938	6996796
19	Joaçaba	22J	439522	6999268

**Tabela 19** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Lacerdópolis.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Lacerdópolis	22J	440841	6983955
2	Lacerdópolis	22J	443534	6985253
3	Lacerdópolis	22J	441301	6981616
4	Lacerdópolis	22J	441405	6984143
5	Lacerdópolis	22J	441902	6986348
6	Lacerdópolis	22J	437727	6987804
7	Lacerdópolis	22J	440820	6986194
8	Lacerdópolis	22J	439230	6985138
9	Lacerdópolis	22J	437788	6990447
10	Lacerdópolis	22J	441367	6987585
11	Lacerdópolis	22J	440726	6982750
12	Lacerdópolis	22J	446735	6985636
13	Lacerdópolis	22J	441465	6981201
14	Lacerdópolis	22J	441865	6981455
15	Lacerdópolis	22J	440456	6984209
16	Lacerdópolis	22J	438228	6989744
17	Lacerdópolis	22J	440556	6982488
18	Lacerdópolis	22J	441225	6983893
19	Lacerdópolis	22J	444096	6987799

**Tabela 20** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Luzerna.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Luzerna	22J	446766	7006103
2	Luzerna	22J	446910	7005841
3	Luzerna	22J	455123	7003453
4	Luzerna	22J	448139	7006515
5	Luzerna	22J	451294	7005538
6	Luzerna	22J	440695	7002437
7	Luzerna	22J	452485	7004434
8	Luzerna	22J	449635	7003232
9	Luzerna	22J	453414	7005011
10	Luzerna	22J	444750	7007704
11	Luzerna	22J	447888	7000305
12	Luzerna	22J	446581	7004623
13	Luzerna	22J	447881	7006042
14	Luzerna	22J	455257	7000924
15	Luzerna	22J	438382	6985360

16	Luzerna	22J	445076	7005162
17	Luzerna	22J	452173	7006491
18	Luzerna	22J	446948	7002392
19	Luzerna	22J	457630	7003808
20	Luzerna	22J	445761	7007219
21	Luzerna	22J	425055	7005542
22	Luzerna	22J	454200	7002350

**Tabela 21** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Ouro.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Ouro	22J	431328	6991724
2	Ouro	22J	428230	6980335
3	Ouro	22J	427985	6981802
4	Ouro	22J	440286	6981466
5	Ouro	22J	439775	6980661
6	Ouro	22J	439153	6982416
7	Ouro	22J	439240	6980098
8	Ouro	22J	432822	6990172
9	Ouro	22J	437221	6979930
10	Ouro	22J	429076	6987417
11	Ouro	22J	436157	6985896
12	Ouro	22J	428581	6979642
13	Ouro	22J	436952	6982809
14	Ouro	22J	433939	6986327

**Tabela 22** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Ponte Serrada.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Ponte Serrada	22J	391448	7022225
2	Ponte Serrada	22J	394349	7020995
3	Ponte Serrada	22J	389321	7026513
4	Ponte Serrada	22J	391912	7019043
5	Ponte Serrada	22J	389846	7021577
6	Ponte Serrada	22J	390257	7021647
7	Ponte Serrada	22J	392831	7021949
8	Ponte Serrada	22J	370610	7027913
9	Ponte Serrada	22J	390373	7021393
10	Ponte Serrada	22J	391057	7018814
11	Ponte Serrada	22J	386673	7021791
12	Ponte Serrada	22J	390996	7022691

13	Ponte Serrada	22J	388421	7019667
14	Ponte Serrada	22J	394568	7020268
15	Ponte Serrada	22J	393288	7022433

**Tabela 23** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Treze Tílias.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Treze Tílias	22J	464389	7014714
2	Treze Tílias	22J	452029	7014739
3	Treze Tílias	22J	462183	6996293
4	Treze Tílias	22J	456150	7017820
5	Treze Tílias	22J	453305	7017104
6	Treze Tílias	22J	462183	6996293
7	Treze Tílias	22J	465743	7011571
8	Treze Tílias	22J	463515	7010084
9	Treze Tílias	22J	452854	7015453
10	Treze Tílias	22J	458912	7012174
11	Treze Tílias	22J	462929	7014371
12	Treze Tílias	22J	465480	7009907
13	Treze Tílias	22J	457185	7014200
14	Treze Tílias	22J	464132	7011745
15	Treze Tílias	22J	461846	7011590
16	Treze Tílias	22J	454023	7013077
17	Treze Tílias	22J	465386	7009397
18	Treze Tílias	22J	461711	7012253

**Tabela 24** Coordenadas UTM das unidades produtoras de suínos do município de Vargem Bonita.

Coordenadas UTM				
Ponto	Município	Zona	X	Y
1	Vargem Bonita	22J	420443	7011791
2	Vargem Bonita	22J	421190	7013638
3	Vargem Bonita	22J	422756	7010165
4	Vargem Bonita	22J	419153	7011585
5	Vargem Bonita	22J	425754	7014487
6	Vargem Bonita	22J	420402	7023002
7	Vargem Bonita	22J	416760	7013184
8	Vargem Bonita	22J	424252	7015046
9	Vargem Bonita	22J	430796	7013373
10	Vargem Bonita	22J	420775	7010485
11	Vargem Bonita	22J	416537	7013670

<b>12</b>	Vargem Bonita	22J	422899	7017218
<b>13</b>	Vargem Bonita	22J	429615	7012233
<b>14</b>	Vargem Bonita	22J	421870	7012116