

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ANÁLISE, PLANEJAMENTO
E GESTÃO AMBIENTAL**

Avaliação da disposição final de dejetos líquidos de suínos no solo.

ANDRÉA DOS SANTOS VIEIRA

**UBERLÂNDIA/MG
2019**

ANDRÉA DOS SANTOS VIEIRA

Avaliação da disposição final de dejetos líquidos de suínos no solo.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Geografia.

Linha de Pesquisa: Análise, planejamento e gestão ambiental.

Eixo de Pesquisa: Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cezar Mendes

**UBERLÂNDIA/MG
2019**

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

V658 Vieira, Andréa dos Santos, 1982-
2019 Avaliação da disposição final de dejetos líquidos de suínos no
solo [recurso eletrônico] / Andréa dos Santos Vieira. - 2019.

Orientador: Paulo Cezar Mendes.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-
graduação em Geografia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2136>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Geografia. I. Mendes, Paulo Cezar, 1972-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Geografia.
III. Título.

CDU: 910.1

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

ATA DE DEFESA

Programa de Pós-Graduação em:	PPGEO - Programa de Pós-Graduação em Geografia				
	Tese de Doutorado Acadêmico, Número 175, PPGEO				
Data:	03 de maio de 2019	Hora de início:	14h:00mm	Hora de encerramento:	17h:00min
Matrícula do Discente:	11513GEO002				
Nome do Discente:	ANDREA DOS SANTOS VIEIRA				
Título do Trabalho:	AVALIAÇÃO DA DISPOSIÇÃO FINAL DE DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS NO SOLO.				
Área de concentração:	GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO				
Linha de pesquisa:	ANÁLISE, PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Anfiteatro/sala **Bloco 1H - Sala 14**, Campus **Santa Mônica**, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em **Geografia**, assim composta: Professores Doutores: **[Josenilson Bernardo da Silva - UFTM; Mauro das Graças Mendonça - IFTM; Angela Maria Soares - IG/UFU]; Washington Luiz Assunção - IG/UFU e Paulo Cezar Mendes - IG/UFU** orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). **Paulo Cezar Mendes - IG/UFU**, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **Doutora**.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cezar Mendes, Professor(a) do Magistério Superior**, em 05/07/2019, às 11:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mauro das Graças Mendonça, Usuário Externo**, em 09/07/2019, às 14:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Angela Maria Soares, Professor(a) Substituto(a) do Magistério Superior**, em 09/07/2019, às 16:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Josenilson Bernardo da Silva, Usuário Externo**, em 22/07/2019, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **WASHINGTON LUIZ ASSUNÇÃO, Usuário Externo**, em 28/08/2019, às 14:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1212746** e o código CRC **67B40E2A**.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

*Dedico à Sabedoria,
aos meus pais e a
minha persistência.*

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus pela oportunidade de poder caminhar por searas onde poucos têm oportunidade.

Ao Programa de Pós-Graduação em geografia do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia pelas condições fornecidas ao conhecimento transmitido.

A CAPES pela bolsa de estudo que me propiciou cursar uma pós-graduação em uma instituição pública de ensino de qualidade.

Agradeço ao professor Dr. Paulo Cezar Mendes pelas orientações, sugestões e contribuições que deu a este trabalho; e pelo que me ensinou e que carregarei pela vida.

A minha família pela atenção e educação que me deram e, pelo carinho que me transforma em alguém melhor.

Aos proprietários rurais que me receberam mui prestativamente. A secretaria Municipal de Meio Ambiente de Rio Verde - GO, pelas contribuições com as bases de dados sobre o sistema granjeiro do município.

Aos amigos pela alegria contagiante; que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho, que sem os quais o mundo teria menos cor.

A minha real idealização de um futuro melhor e a persistência de estar sempre caminhando.

Nós somos a soma das nossas escolhas.
Cada escolha gera consequências.
A porta certa ou a errada inexistem.
Mas a consequência de entrar nessa
ou em outra conheceremos ao atravessar.
Eu escolhi ser doutora, e agora?

Sobre a autora

Mineira de coração e Uberlandense de paixão, bacharel e licenciada em Geografia. Engrenou-se pelas vias do geoprocessamento trabalhando com geografia e saúde no bacharelado e mestrado.

Sentindo necessidade de aprofundar mais nas técnicas de geoprocessamento, decidiu graduar-se em sistemas de informação com sucesso na empreitada.

Filha de mineiros que moram em Rio Verde há doze anos, veio o convite: “Ahh filha, agora que já terminastes o mestrado, venha para a casa da mamãe.

Relutei... mas ao fim do mestrado parti para as terras goianas. Conheci bem mais de perto o pequi e o agronegócio, este último me encantou, mais por motivos do que estávamos perdendo, do que pelas “riquezas” produzidas.

E então, nasce o desejo de escrever sobre os impactos ambientais que o Cerrado está a enfrentar. Navegando por mares novos, surgiu este tema.

O trabalho na secretaria de Meio Ambiente em Rio Verde como analista ambiental em geoprocessamento, possibilitou o acesso aos dados das granjas do município. Enfim, as granjas ocupam um amplo espaço do dia a dia do analista ambiental nessa cidade, consumindo boa parte do tempo das análises dos processos.

Portanto, este foi o caminho para construir esta obra. Espero que ela te prenda por mais tempo que mereço e, que você encontre nela o que veio buscar.

Saudações,

Lista de Símbolos

B – Boro

Cu – Cobre

Fe – Ferro

Mn– Manganês

Zn – Zinco

N - Nitrogênio

P - Fósforo

K - Potássio

Ca - Cálcio

Na - Sódio

Mg - Magnésio

Mn - Manganês

Ha - Hectares

m³ - Metros Cúbicos

PPM - Partes Por Milhão

Dm³ - Decímetro Cúbico

Mg – Miligrama

NPK – Nitrogênio, Fósforo e Potássio

Lista de Siglas

CAI – Complexo Agroindustrial

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

DLS - Dejetos Líquidos de suínos

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FCO - Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste

FOMENTAR - Fundo de Participação e Fomento à Agroindustrialização do Estado

GO - Goiás

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAPA–Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

PNDN - Planos de Desenvolvimento Nacionais

POLOCENTRO - Programa de Desenvolvimento dos Cerrados

PRODECER - Programa de Cooperação Nipo-brasileiro para o desenvolvimento dos Cerrados

SIEG - Sistema de Informação Geográfica de Goiás

SMA – Secretaria de Meio Ambiente

VRQ – Valores de Referência de Qualidade

COMIGO - Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano

BRF - Brasil Foods

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais

SIG - Sistema de Informação Geográfica

PVC - Policloreto de Polivinila

PAD - Polietileno de Alta Densidade

SPL - Sistema Produtor de Leitões

SVT - Sistema Vertical Terminador

SVTR - Sistema Vertical Terminador de Recria

LEa1 – Latossolo Escuro atrófico

LRd1 – Latossolo Roxo distrófico

LVd1 – Latossolo Vermelho distrófico

Lista de Quadros

Quadro 1 – São Paulo: valores orientadores para solo e água subterrânea, 2014 ..	41
Quadro 2 – Rio Verde, calibração de dados de solos livres, 2017	66
Quadro 3– Rio Verde (GO): sistema de produção em granjas, 2015.....	68
Quadro 4 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): classificação do solo.....	71
Quadro 5 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): produção de DLS diário, por granjas de suínos, 2017	74
Quadro 6 – Rio Verde: locais de coleta de amostras de solos com lançamento de DLS, 2017	83
Quadro 7 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): resultado das amostras de solos livres de dejetos em mg/dm ³ , 2017	85
Quadro 8– Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): resultados amostrais dos micronutrientes em solos com aplicação de DLS, 2017	86
Quadro 9 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): resultados das amostras de solo com aplicação de DLS – metais pesados, 2017	89
Quadro 10 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): comparativo das nível de 0-20cm para solos livres e com DLS, 2017	94

Lista de Tabelas

Tabela 1- Rio Verde (GO): Produção agrícola, 2013	30
---	----

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): movimento dos microelementos no solo, 2017.....	91
Gráfico 2 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Boro, 2017 (mg/dm ³).....	95
Gráfico 3 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Ferro, 2017 (mg/dm ³).....	97
Gráfico 4 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Mangânes, 2017.	99
Gráfico 5 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Cobre, 2017.	100
Gráfico 6 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Zinco, 2017.	102

Lista de Figuras

Figura 1– Brasil: principais produtores de milho safra 2016/2017	28
Figura 2- Brasil: cadeia Produtiva da Soja, 2016	29
Figura 3- Rio Verde: cadeia produtiva de cárneos, 2016	31
Figura 4 – Rio Verde: amostras embaladas e identificadas separadamente, 2017 ...	64
Figura 5 – Rio Verde: esquema de manejo do DLS	75
Figura 6– Rio Verde, modelo de esterqueira, 2017	76
Figura 7 – Rio Verde: esquema de homogeneização dos dejetos, 2017	77
Figura 8 – Rio Verde: tanques para transporte e distribuição de dejetos, 2017	78

Lista de Mapas

Mapa 1 – Bacia hidrográfica Rio do Peixe em Rio Verde (GO): localização Geográfica, 2018	21
Mapa 2 – Bacia hidrográfica Rio do Peixe: localização no município de Rio Verde ..	55
Mapa 3 – Bacia hidrográfica Rio do Peixe: localização das granjas selecionadas para visitação, 2017	58
Mapa 4 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): Localização dos pontos de coleta para solos livres, 2018.....	62
Mapa 5 - Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): classificação dos solos	70
Mapa 6 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): mapa de declividade com suas respectivas classes	71
Mapa 9 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): mapa de uso do solo	72
Mapa 8 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): exemplo de localização dos pontos amostrados em solos com DLS, 2017.	82

RESUMO

A aplicação de dejetos de suínos no solo é uma prática cada vez mais comum com a finalidade de dar destino aos rejeitos da suinocultura. Todavia, os dejetos líquidos de suínos – DLS, possuem uma alta carga de nutrientes, os quais compõem as rações dos animais. O lançamento dos dejetos nos solos a fim de nutri-lo pode, no entanto, contaminá-lo. Neste contexto, este estudo objetivou investigar a degradação ambiental e os riscos de danos à saúde por micronutrientes (B, Fe, Mn, Cu e Zn) provenientes do lançamento de DLS no solo, em Rio Verde – Goiás. Para tanto foram selecionadas 12 unidades granjeiras para o estudo das alterações ambientais ocorridas nos solos. Nelas foram realizadas coletas de amostras de solos em 15 locais com lançamento de DLS, e mais 6 locais sem lançamento de efluentes. As amostras possuíam perfis diferentes iniciando com a profundidade de 0-20cm, seguindo para 20-40cm e por fim, de 40-60cm. Comparou-se os resultados obtidos nos solos livres com os solos com aplicação de DLS e ainda, com os valores de referência de qualidade do solo previstos na resolução CONAMA 420/2009. Resultou em alteração dos valores de micronutrientes, o que engendra degradação ambiental e conseqüentemente ocasiona riscos à saúde humana, entre elas: redução na disponibilidade do Boro em até 100 (cem) vezes para solos com aplicação de DLS, alterações consideráveis nos elementos Fe, Cu, Zn e Mn em relação aos solos livres. Conclui-se que sucessivas aplicações de dejetos de suínos em uma mesma área alteram a distribuição de micronutrientes no perfil, incluindo os metais pesados, modificando as condições naturais do solo, logo, degradando-o e gerando riscos de danos à saúde humana.

Palavras-Chave: Dejetos de suínos, degradação ambiental, Rio Verde – GO.

SUMMARY

The application of swine manure is not an increasingly common practice with a purpose of targeting swine rejects. However, net pig slurries - DLS, have a high nutrient load, are composed as animal feed. The release of manure in soils to nourish it can, however, contaminate it. In this context, the objective of this study was to investigate environmental degradation and the health risks caused by micronutrients (B, Fe, Mn, Cu and Zn) from the release of DLS in the soil, in Rio Verde - Goiás. for the study of changes in environmental specifications in soils. Soils samples were collected in 15 sites with DLS launch, and 6 sites with no effluent release. As pieces we have the following planes with a depth of 0-20cm, following to 20-40cm and finally, 40-60cm. Comparison of the results obtained with the free soils with the soils with the application of DLS and also with the reference values of quality of the soil configurations in resolution CONAMA 420/2009. This resulted in a change in micronutrient values, which leads to environmental degradation and consequently poses risks to human health, among them: reduction in Boron availability up to 100 (one hundred) times for soils with DLS applications, considerable changes in Fe, Cu, Zn and Mn in relation to free soils. It is concluded that the successive application of pig manure in the same area alters the management of micronutrients in the profile, including heavy metals, modifying as natural signs of soil, logo, degrading and generating human health risks.

Key words: Pig waste, environmental degradation, Rio Verde - GO.

Sumário

INTRODUÇÃO.....	18
1 – SUINOCULTURA: Economia, legislação e meio ambiente.	24
1.1 - Panorama do processo produtivo granjeiro.	24
1.2 - Rações Suínas e composição dos dejetos	33
1.3 - A degradação ambiental do solo provocada pelo lançamento de DLS	36
1.4 – Atividade granjeira: base legal	39
1.5 – O mito da fertilização por dejetos suínicos.....	42
1.6 – Micronutrientes, metais pesados e a saúde humana	44
1.7 - A bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão.....	50
2 - MATERIAIS E MÉTODO	54
2.1 – Método.....	54
2.2 – Área de Estudo	55
2.3 – Seleção das unidades de produção de suínos.	57
2.4 – Tecnologias empregadas.....	58
2.5 - Amostragem dos solos como e sem aplicação de DLS	61
2. 6 - Análises dos dados e construção dos resultados.....	64
3 – A ESTRUTURAÇÃO DAS GRANJAS DE SUÍNOS E O MANEJO DOS EFLUENTES EM RIO VERDE – GO.	67
3.1 – O complexo granjeiro de suínos em Rio Verde	67
3.2 - Características naturais e antrópicas da Bacia Hidrográfica	69
3.3 – Manejo dos dejetos líquidos de suínos nas granjas	74
3.4 – Aplicação do DLS no solo	79
3.5 – Coleta das amostras de solos com aplicação de DLS e resultados laboratoriais	82
4 – RESULTADOS AMOSTRAIS E A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DOS SOLOS EM RIO VERDE – GO.....	84
4.1 – Amostras de solos livres e com aplicação de DSL.....	85
4.2 – Comparativos amostrais de solos com aplicação de DLS e os valores orientados por resolução nacional e paulista.....	87
4.3 – Comportamento dos micronutrientes no solo.....	89
4.4 – Confrontos amostrais: solos livres x solos com DLS.....	94
4.4.1 Boro.....	95
4.4.2 Ferro.....	97
4.4.3 Manganês	98

4.4.4 Cobre	100
4.4.5 Zinco	102
CONCLUSÃO	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
REFERÊNCIAS	107

INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade importante para a economia brasileira, pois além do desenvolvimento em termos de produção e produtividade, ela se consolidou principalmente nas últimas décadas, como uma das mais importantes fontes de emprego e renda no setor primário. De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2018), o Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial na produção de suínos, totalizando 3,759 milhões de toneladas, isso corresponde a 3% da produção mundial. Em 2017 o Brasil exportou 697 mil toneladas, perfazendo 9% do comércio de produtos oriundos da suinocultura no mundo.

A produção de proteína animal brasileira, em 2018 teve um PIB de R\$ 80 bilhões e empregou 4,1 milhões de trabalhadores (ABPA, 2018). CEPEA (2014), salienta que apesar da evolução nas exportações, é o mercado interno que absorve mais de 80% da produção. Em termos absolutos, a quantidade consumida tem crescido, dado o aumento da população e da renda. Por outro lado, em termos per capita, o consumo de carne suína no Brasil vem crescendo de forma gradativa, sendo que em 2013, cada brasileiro consumiu, em média, 15,1 quilos de carne suína.

No Brasil, a suinocultura é uma atividade que possui uma forte relação com trabalhadores da produção familiar no campo. Nesse modelo de produção, tido como intensivo, é utilizada uma grande quantidade de insumos, como máquinas, equipamentos, produtos veterinários, rações e elevado volume de água ao longo de toda a cadeia produtiva.

Em 2014, estudos desenvolvidos pela Fundação do Meio Ambiente - FATMA apontou que nas unidades de ciclo completo, são consumidos aproximadamente 73 litros d'água por animal/dia. Grande parte dessa água, após ser utilizada, passa a compor os efluentes, conhecidos também como dejetos líquidos de suíno (DLS). Esses dejetos, *in natura*, carregam consigo uma grande carga de contaminantes, cuja disposição, de forma inadequada, gera uma série de impactos ao meio ambiente.

A degradação ambiental pode ocorrer no solo, água ou ar, trazendo prejuízos à fauna e à flora. Em relação aos solos, a degradação ambiental ocorre quando algum dos seus elementos: físico, químico ou biológico, é alterado.

A aplicação de grandes quantidades de dejetos ao solo, frequentemente considerada uma maneira prática e econômica de dar destino aos dejetos de suínos, pode provocar o acúmulo de nutrientes no solo, que por sua vez, poderão resultar em prejuízos econômicos e ambientais (SEGANFREDO, 1999).

No solo, as alterações físicas, químicas ou biológicas podem modificar diretamente sua estrutura e, conseqüentemente, sua fertilidade, tendo potencial de promover prejuízos à qualidade e à produtividade das culturas. Diante disso, a variação dos seus atributos determinada pelo seu uso, necessita de avaliação para melhor manejo visando a sustentabilidade do sistema.

A mensuração da qualidade ambiental de um território perpassa a identificação de seu uso. A instalação de granjas de suínos é um tipo de uso do solo amplamente empregado no município de Rio Verde, Goiás. A criação confinada de suínos gera grande quantidade de efluentes que ao serem descartados no solo alteram sua qualidade ambiental. Cabe lembrar que o solo do município de Rio Verde recebe efluentes desde aproximadamente 18 anos consecutivos, possuindo um *know-how* para este tipo de pesquisa.

Uma unidade de suíno produz em média 7 litros a 8,0 L de dejetos líquidos (DIESEL et al., 2002; BORDIN et al., 2005); estes resíduos apresentam alto potencial poluidor, em razão do alto teor de microrganismos, matéria orgânica lábil e Nitrogênio e Fósforo (DIESEL et al., 2002).

Em Rio Verde, os efluentes de suínos, após tratamento, são lançados no solo. O não controle desse descarte, pode provocar significativas alterações nas propriedades químicas do substrato. Segundo Miranda (1999), em termos comparativos, a capacidade poluente dos dejetos de suínos é enorme. Em média a produção de dejetos de uma unidade de suíno equivale ao produzido por 3,5 pessoas. Portanto,

em uma granja de 2200 animais em terminação corresponderia, em quantidade de dejetos, a uma cidade pequena de 7700 pessoas.

Esse quadro, justifica a pertinência desse estudo, cujos resultados podem contribuir para edificação de medidas em prol da proteção ambiental dos solos e da saúde humana, onde ocorre o descarte de efluentes líquidos de suínos. Nesse sentido, esse trabalho se baliza na necessidade de compreender as possíveis degradações ambientais e riscos à saúde humana, decorrentes do lançamento de DLS no solo, contribuindo, além da implantação de medidas, como informações que possam auxiliar no planejamento da destinação dos rejeitos oriundos da suinocultura.

Para manter um mínimo de sustentabilidade do substrato, o tratamento do rejeito da atividade granjeira deve atender aos requisitos mínimos para lançamento de efluentes. A resolução CONAMA 357/2005 e a resolução CONAMA 430/2011 dispõem sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes para águas superficiais. Já para o solo, os requisitos a serem observados estão contemplados na pela resolução CONAMA 420/2009 e alterado pelo CONAMA 460/2013, que tratam dos valores de referência de qualidade (VRQ) do solo.

O VRQ é a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos. Os VRQ podem ser considerados valores de *background* dos elementos físico químicos existentes em determinado tipo de solo antes de sofrer alterações.

Dentro desses aspectos cabe salientar que a alteração dos VRQ do solo pode ser considerada degradação ambiental. Portanto, vale questionar se o lançamento de dejetos de suínos (DLS) no solo de Rio Verde-GO tem provocado degradação ambiental? A quantidade de elementos químicos como ferro (Fe) manganês (Mn), boro (B), zinco (Zn), cobre (Cu) presentes nos dejetos lançados respeitam os valores de referência da resolução CONAMA 420/2009? O atual modelo de manuseio desses dejetos gera riscos à saúde humana?

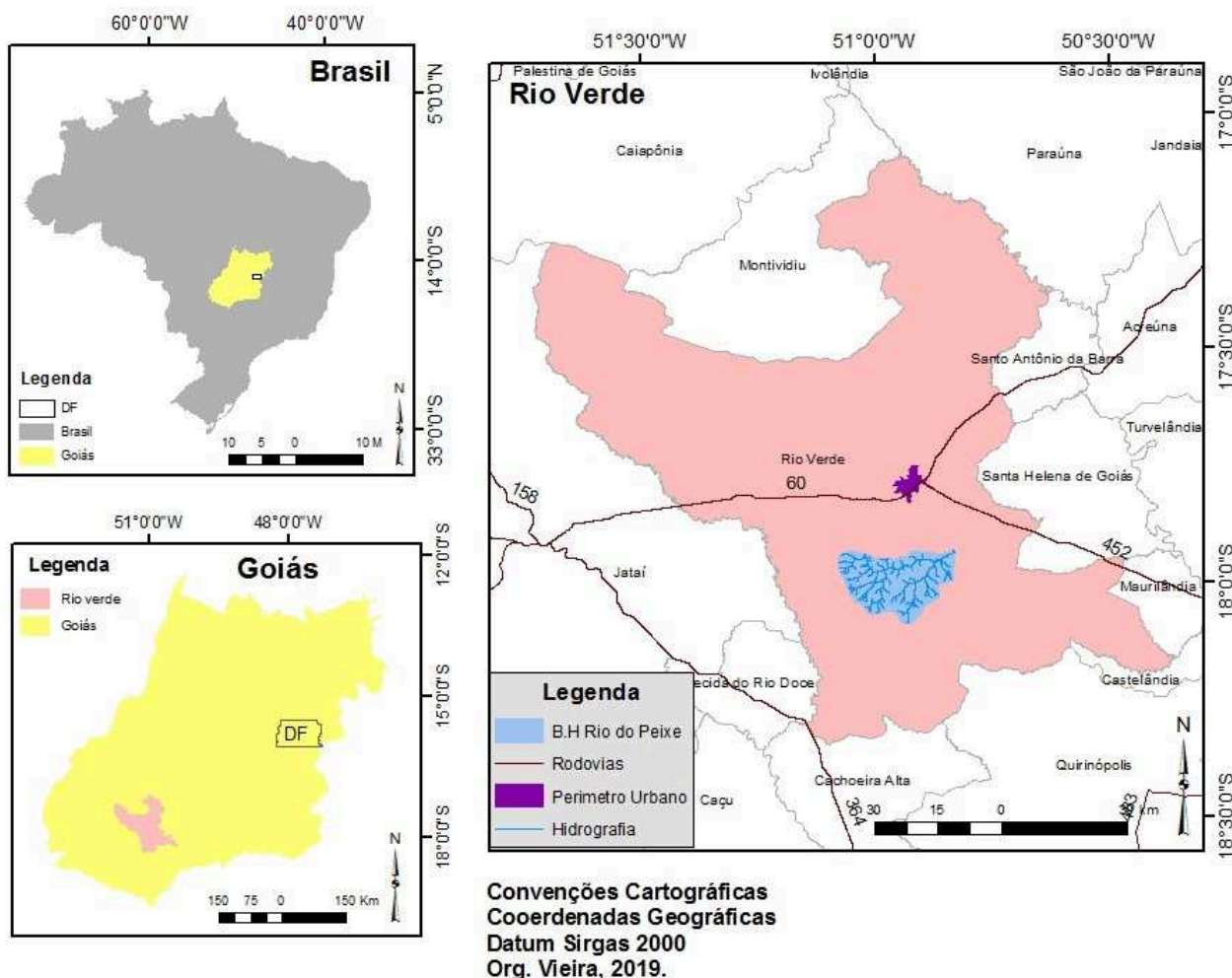
Baseado nessas premissas, este estudo objetivou investigar a degradação ambiental do solos e os riscos de danos à saúde por alterações no quantitativo dos micronutrientes (B, Fe, Mn, Cu e Zn) provenientes do lançamento DLS no solo, na microbacia do Rio do Peixe, em Rio Verde – Goiás.

Este trabalho buscou ainda: contextualizar os VRQ para os solos do município; verificar, *in loco*, o manejo de lançamento do DLS no solo da microbacia do Rio do Peixe; coletar e analisar micronutrientes das amostras de solo, com ênfase nos metais pesados; elaborar correlações de bioacumulação de nutrientes que geram riscos à saúde.

O município de Rio Verde, em Goiás, foi escolhido para palco deste estudo por sofrer significativas influências socioambientais produzidas pelas atividades granjeiras. Tendo um histórico de aproximadamente duas décadas de inserção da cadeia produtiva de granjas, totalizando em 2018, 128 granjas de aves e 128 de suínos. A bacia do Rio do Peixe, em Rio Verde Goiás, selecionada para essa análise pode ser considerada uma das mais densamente ocupada pela atividade suinícola. Atualmente ela aloca 12 granjas de suínos, cujos dejetos possuem alto poder de contaminação ambiental.

Mapa 1 – Bacia hidrográfica Rio do Peixe em Rio Verde (GO): localização Geográfica, 2018

Localização Geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe



Fonte: SIEG. Org: VIEIRA, A. S., 2016

Na busca do alcance dos objetivos propostos neste estudo, o alicerce da pesquisa foi apresentado nessa *introdução*, buscou-se contextualizar o tema a ser abordado, os questionamentos, justificativas e delimitação tempo espacial.

Os *materiais e métodos* expuseram o método da pesquisa e apresentaram as técnicas de coleta e análise dos dados (coletas e análises laboratoriais), trazendo a importância do trabalho de campo para a análises geográficas.

A *fundamentação teórica* apresentou uma análise bibliográfica referente ao tema proposto, trazendo um panorama geral do contexto da organização do espaço granjeiro no município de Rio Verde. Caracterizou-se legalmente a degradação ambiental, traçando um panorama das alterações dos solos que recebem os dejetos

líquidos de suínos. Trouxe ainda uma explanação sobre os aspectos legais e os valores de referência de qualidade - VRQ do solo. Delineou aspectos do risco de danos à saúde por metais pesados lançados no solo pela utilização de DLS. E ainda, expôs a forma de utilização da estrutura de irrigação de culturas como ferramenta para o lançamento de DLS no solo da bacia do Rio do Peixe, em Rio Verde-GO.

Os *resultados* apresentados nos capítulos 3 e 4, trouxeram o desenho funcional das granjas de suínos em Rio Verde, a descrição dos meandros do manejo do DLS, o comparativo das análises das amostras de solos com lançamento de dejetos e os solos livres, e ainda, a acareação destes resultados com os VRQ com ênfase nos metais pesados.

A *conclusão* procurou apresentar o que foi obtido e apreendido com o trabalho.

E por fim, as *considerações finais*, que expôs de forma abreviada a validade do método, as dificuldades encontradas, as perspectivas para futuras pesquisas, as contribuições para o tema de estudo, bem como uma avaliação pessoal sobre a pesquisa.

1 – SUINOCULTURA: Economia, legislação e meio ambiente.

O desenvolvimento da suinocultura no Brasil, trouxe consigo, além do desenvolvimento econômico, a necessidade de aprimoramento da legislação ambiental destinada a regulamentação do processo produtivo granjeiro, bem como, o controle dos impactos ambientais gerados pela atividade. Neste contexto, esse capítulo traz, além do aparato teórico conceitual, uma breve contextualização econômica ambiental e estágio atual dessa atividade produtiva no município de Rio Verde-GO.

1.1 - Panorama do processo produtivo granjeiro.

No Brasil, o processo de modernização da agropecuária, também denominado como Revolução Verde ocorreu em meados da década de 1970, durante a ditadura militar, gerando um aumento considerável na produção e na produtividade no meio rural. A inserção da revolução tecnológica no campo produzida pelo Estado e pelo capital privado, provocaram além da reestruturação fundiária, novas relações de produção, sistemas agrícolas, novos cultivos e criação dos complexos agroindustriais - CAI.

Neste período, dentre as ações do Estado e do capital privado, merece destaque a parceria desenvolvida pelo governo brasileiro e o capital japonês que lançaram o Programa de Cooperação Nipo-brasileiro para o desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER). O programa foi implantado em etapas, alcançando a região Centro Oeste em sua segunda edição, PRODECER II.

Enquanto o Brasil recebia investimentos japoneses destinados a financiar a pesquisa agropecuária, o Japão se beneficiava da maior oferta de soja no mercado internacional. Permitindo que a região Centro-Oeste se colocasse como lócus de uma ação territorializante do capital produzindo os frutos necessários à sua expansão (Brasil 2002).

O jogo de interesses envolvidos na implantação do projeto propiciou a expansão da área cultivada no país afim de suprir as necessidades de uma população em

expansão. Cabe destacar que um dos principais objetivos para criação do PRODECER foi a necessidade de atendimento aos interesses internacionais com a venda de máquinas, insumos e o cultivo de produtos destinados ao mercado externo, ou seja, a “materialização de um celeiro capaz de alimentar uma importante fração da população mundial, tomando em consideração o desenvolvimento econômico e social do Brasil no século XXI” (BRASIL, 2002, p. 3).

A estruturação do PRODECER¹ teve apoio fundamental do governo federal, isso pode ser observado pelos financiamentos e repasses financeiros aos governos estadual e municipal, que por sua vez, eram encarregados de melhorar a infraestrutura produtiva e socioeconômica. Assim, o PRODECER possibilitou uma nova configuração econômica no Centro Oeste, onde o uso intensivo de capital se traduziu em uma expansão agroindustrial permitindo que esse território assumisse importância estratégica para o desenvolvimento de uma agropecuária moderna com altos índices de produtividade.

Além do PRODECER, nos anos seguintes, diversos outros programas implementados pelo governo federal alcançaram a região Centro Oeste, tais como: Programas integrados de colonização (PIC), Programa de redistribuição de terras e desenvolvimento agroindustrial (PROTERRA), Programa de incentivo fiscal para o armazenamento legal, Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) e ainda os Planos de Desenvolvimento Nacionais (PNDN) todos esses voltados para a mudança nos paradigmas da agropecuária.

Para os setores secundários e terciários, em 1988, o Estado instituiu o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO) objetivando desenvolver a economia desses setores. Dentro da região Centro Oeste, Goiás foi o estado que mais recebeu financiamento. A maior parte deste investimento vai para o setor rural. Essa prioridade pelo setor agrícola é justificada pela importância que o campo tem na economia Goiana.

¹ Mais informações sobre o programa PRODECER in Pessoa, V L. S.; Inocêncio, M. E. O PRODECER (RE)VISITADO: *as engrenagens* da territorialização do capital no Cerrado. **Campo-Território**: revista de geografia agrária. Edição especial do XXI ENGA-2012, p. 1-22, jun., 2014

Como pode ser observado no gráfico 01, o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste investiu uma grande soma de recursos financeiros no Estado Goiano. Uma vez no Estado, a maior parte destes investimentos teve como destino final o setor agropecuário, que ficou com aproximadamente 70% dos recursos oriundos desse fundo.

Em Goiás, os complexos agroindustriais (CAI) de grãos/carnes também foram estimulados do Estado, o programa Fundo de Participação e Fomento à agroindustrialização do Estado (FOMENTAR), lançado em 1985 direcionou esse incentivo, tornando-se um importante interventor na economia goiana, sobretudo para o agronegócio.

É importante compreender que o agronegócio tem como ideia central a constituição de cadeias produtivas, que são formadas por dezenas de elos ou agentes econômicos, integrados por diversos mecanismos, como cooperativismo, associativismo, parceiros, contatos, integração vertical e alianças estratégicas (ARAÚJO, 2005).

Na década de 1990, momento em que surge o conceito de agronegócio, a EMBRAPA (1994) propõe uma metodologia para caracterizar essa concepção, formada por suas cadeias produtivas caracterizadas com cinco segmentos, que envolvem os seguintes atores:

- a) Fornecedores de Insumos: referem às empresas que têm por finalidade ofertar produtos tais como: sementes, calcário, adubos, herbicidas, fungicidas, máquinas, implementos agrícolas e tecnologias.
- b) Agricultores: são os agentes cuja função é proceder ao uso da terra para produção de commodities tipo: madeira, cereais e oleaginosas. Estas produções são realizadas em sistemas produtivos tipo fazendas, sítios ou granjas.
- c) Processadores: são agroindustriais que podem pré-beneficiar, beneficiar, ou transformar os produtos in-natura. Exemplos: (a) pré-beneficiamento - são as plantas encarregadas da limpeza, secagem e armazém de grãos; (b) beneficiamento - são as plantas que padronizam e empacotam produtos como: arroz, amendoim, feijão e milho de pipoca; (c) transformação - são plantas que processam uma determinada matéria prima e a transforma em

produto acabado, tipo: óleo de soja, cereal matinal, polvilho, farinhas, álcool e açúcar.

d) Comerciantes: Os atacadistas são os grandes distribuidores que possuem por função abastecer redes de supermercados, postos de vendas e mercados no exterior. Enquanto os varejistas constituem os pontos cuja função é comercializar os produtos junto aos consumidores finais.

e) Mercado consumidor: é o ponto final da comercialização constituído por grupos de consumidores. Este mercado pode ser doméstico, se localizado no país, ou externo quando em outras nações (EMBRAPA, 1994).

O agronegócio em Rio Verde está organizado em forma de CAI. Tem-se o CAI de grãos em primeiro momento e, posteriormente, seguindo os rastros do primeiro, tem-se o CAI de Carnes.

Denomina-se CAI ou agronegócio, o conjunto de atividades realizadas pela agropecuária e pelos setores diretamente a ela vinculados. Apresenta uma visão sistêmica da economia, como segmentos que fornecem insumos à agropecuária e segmentos que trabalham com a transformação industrial e distribuição dos produtos in natura ou transformados (BACHA, 2007).

As condições físicas, sociais e econômicas contribuíram para a formação CAI de grãos/carne que se estabeleceu em Rio Verde. O clima, com suas estações bem definidas, o solo com significativa fertilidade natural e o relevo pouco acidentado foram fatores que indicaram o potencial para o desenvolvimento agrícola do município, favorecendo a mecanização das culturas. Os incentivos fiscais tornaram possível economicamente a mecanização agrícola do município, e conseqüentemente a questão ambiental vem sendo impactada pelo desenvolvimento agrícola instaurado.

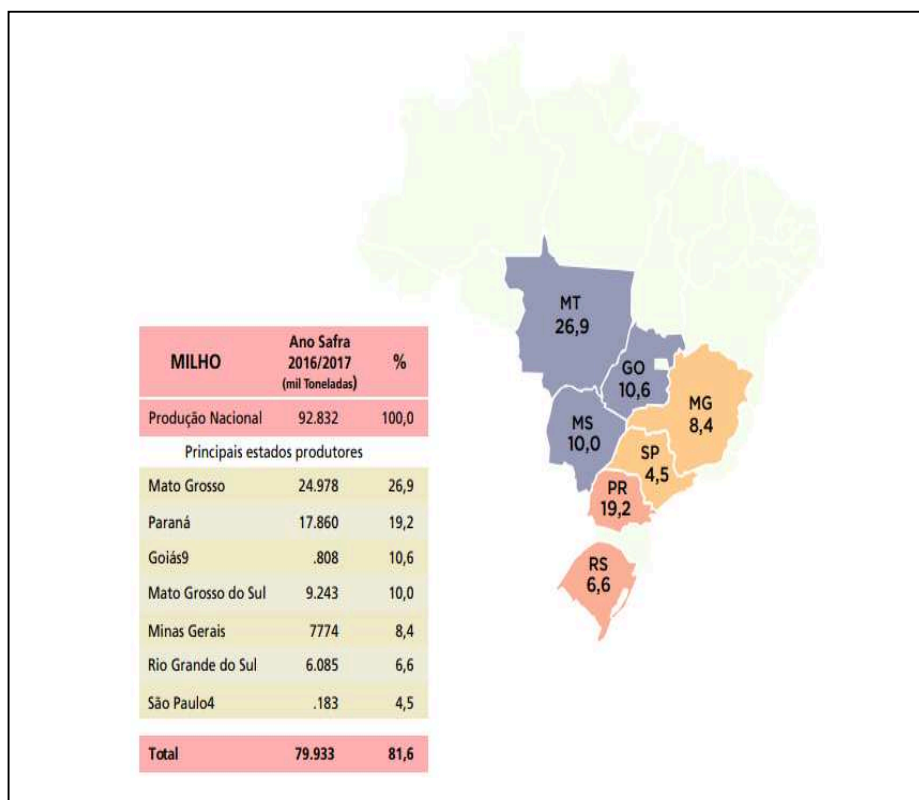
Em 1970 se inicia o processo de formação da hegemonia agrária no município com a constituição da Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO) na cidade de Rio Verde, toda a logística instaurada pela cultura de soja foi aproveitada pela produção granjeira, como um lastro deixado pela agricultura e seguido pela pecuária.

Ainda no momento de instalação das sedes empresariais da produção de carnes foram analisadas as possibilidades e facilidades suscitadas pela proximidade do mercado fornecedor de insumos (grãos). Além dos incentivos fiscais e os atrativos cedidos pelo município de Rio Verde, para a implantação da Perdigão e outras empresas que comporiam o CAI carne, foram analisados a proximidade dos insumos (antes da porteira), o mercado consumidor e a facilidade de escoamento, tudo com intuito de atender a reprodução do capital e o desenvolvimento da agroindústria.

Em Rio Verde, a grande produção de soja (que representa uma vantagem do território) e a possibilidade do aumento da produção de milho, através de incentivos e pagamento de preços melhores, devem ser consideradas como um atrativo no conjunto dos fatores locacionais, pois, com o aumento da produção de milho no sudoeste de Goiás, a microrregião se torna muito mais competitiva para a criação e industrialização de aves e suínos, elevando ainda mais a economia de escala na atividade de cria e engorda de animais, e estrutura fundiária propícia para o desenvolvimento da integração de grande escala (BORGES, 2006).

A produção de milho (Figura 1) também é representativa, essa produção abastece tanto o mercado interno quanto o mercado externo. O mercado interno tem como vultoso consumidor o sistema granjeiro. Essa conexão acaba por firmar o CAI de grãos e carne.

Figura 1– Brasil: principais produtores de milho safra 2016/2017

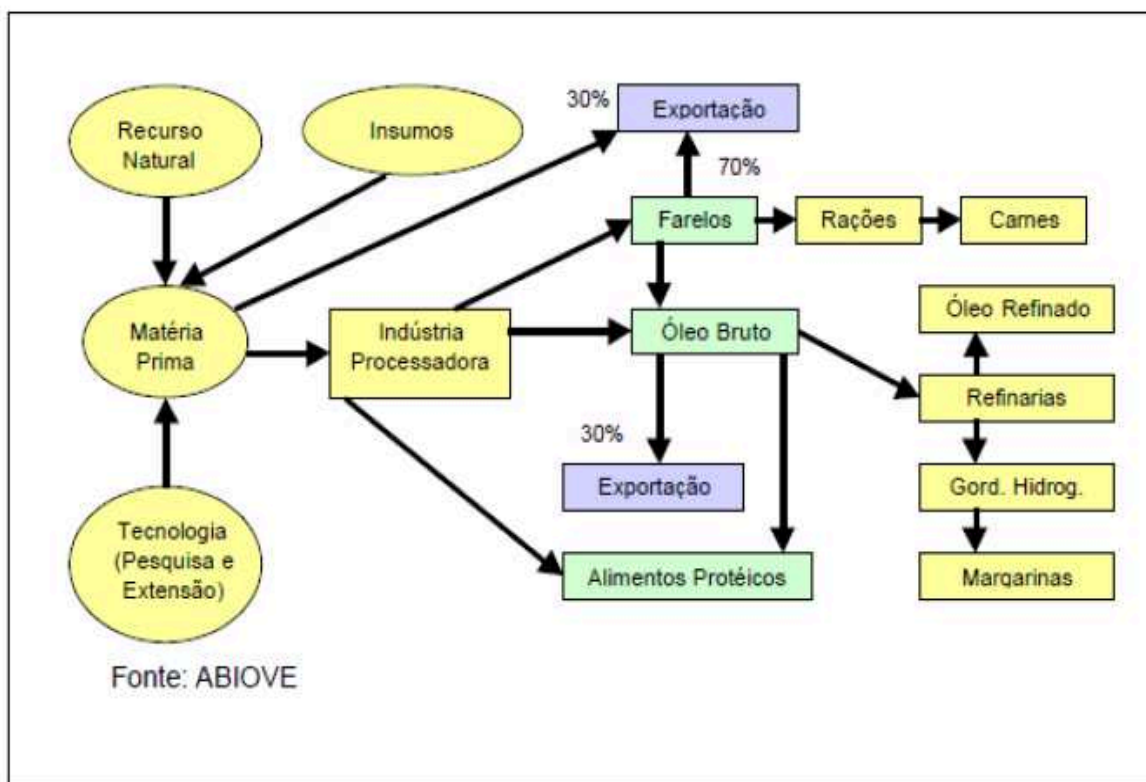


Fonte: Conab, 2017.

A ampliação econômica vivenciada pela COMIGO acabou por atrair novas empresas do setor de transformação, que ao longo da década de 1990 e principalmente 2000 foram se instalando no município e robustecendo o CAI de grãos.

Com o tempo a região se especializou na produção de soja trazendo para seu arcabouço a instalação de uma rede produtiva administrada pelo capital agroindustrial. Essa cadeia produtiva que perpassa a produção no campo, processamento, chegando ao consumidor final é denominada Complexo Agroindustrial. A cadeia produtiva da soja representada na Figura 2 auxilia na compreensão do processo de produção, armazenagem, transporte, processamento, até a venda final do produto dentro de um CAI.

Figura 2- Brasil: cadeia Produtiva da Soja, 2016



Fonte: <http://www.abiove.org.br/>. Acesso em 25/01/2016

Em Rio Verde, o CAI de grãos integra algumas variedades, sendo os principais: a soja (Tabela 1), o milho e o sorgo. Nesse grupo, o milho se destaca em termos econômicos produtivo, atingindo 1.036.800 toneladas em 2013 (IBGE, 2014).

Tabela 1- Rio Verde (GO): Produção agrícola, 2013

GRÃO	QUANTIDADE PRODUZIDA	UNIDADE
MILHO	1.036.800	toneladas
SOJA	870.000	toneladas
SORGO	70.000	Toneladas

Fonte: IBGE, 2014.

Todo esse aporte produtivo possui uma logística já implementada para o devido funcionamento, desde o início da produção até colheita, transporte, armazenamento e venda. O CAI de grãos estabeleceu em Rio Verde no início da década de 1990. Posteriormente, aproveitando esse ambiente propício, sobretudo em forma de infraestrutura e insumos, o CAI Carneio iniciou seu processo de implantação no município.

Atualmente, a cadeia produtiva de carnes, em Rio Verde, possui uma estrutura que integra o “antes da porteira”, “dentro da porteira” e o “após a porteira”, de forma a organizar a produção para atender tanto o mercado interno quanto o externo (LACERDA JUNIOR, 2011).

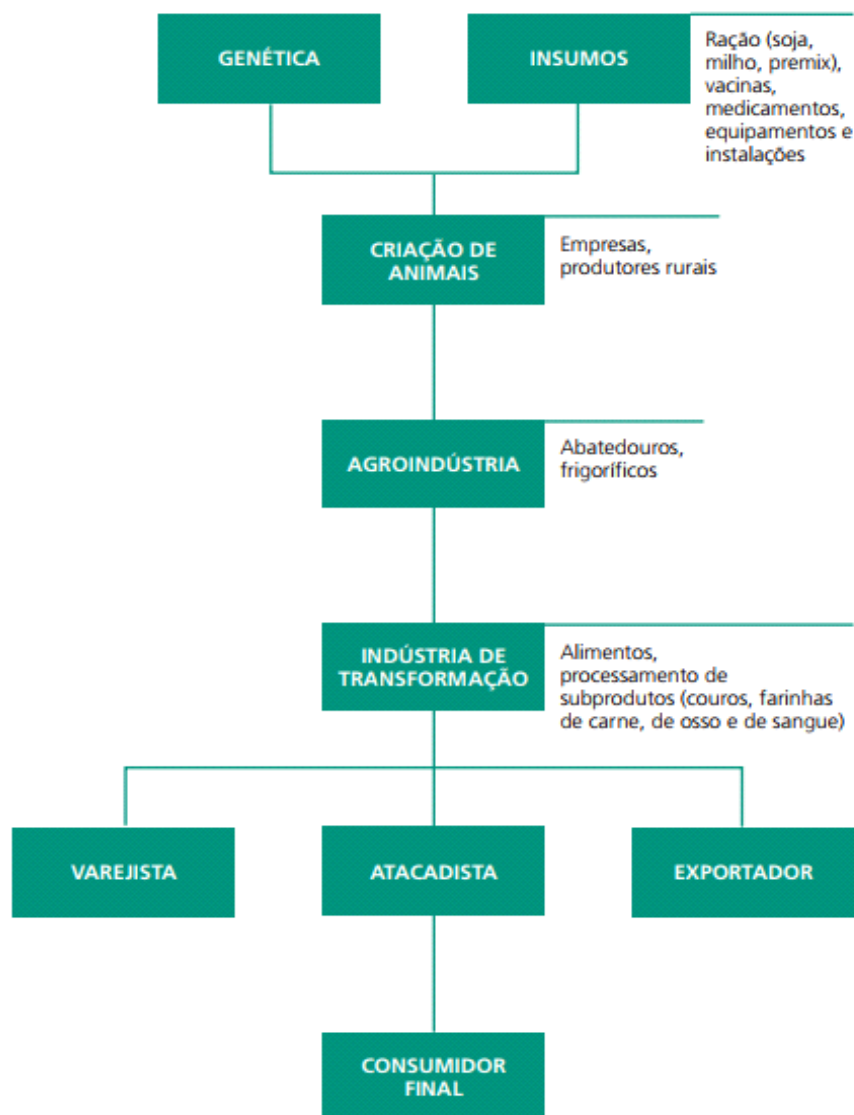
A carne suína no Brasil é produzida com alta tecnologia, manejo e também possui certificação sanitária. Em Rio Verde, a produção ocorre em propriedades pequenas, médias e integradas a grandes processadores como as empresas BR Foods, Grupo Marfrig, Cooperativa Copérdia, entre outras.

A produção integrada compreende o fornecimento por parte da indústria processadora de insumos e tecnologia, bem como métodos e procedimentos de trabalho. O sistema integrado tem como objetivo produzir de acordo com as normas e fornecer o produto com qualidade e características solicitadas pela indústria, que por sua vez, é responsável por processar e distribuir aos pontos de venda e finalmente promover o produto para o mercado consumidor com ações de marketing.

Para compreender a composição dos elos e mecanismos de coordenação da cadeia produtiva da carne (Figura 3), é necessário conhecer a estratégia das agroindústrias líderes de mercado. São empresas e cooperativas de grande porte, com mais de uma unidade industrial (multiplantas) e diversificadas (outras carnes, laticínios e alimentos processados).

Entre os produtos dessas organizações predominam os processados de carne suína e de aves para o mercado interno e a carne congelada em cortes ou meia carcaça para o mercado externo. A produção de carne envolve uma grande diversidade de produtores (familiares, patronais e empresariais) e é exercida, sobretudo em sistemas de produção segregados, em que a produção ocorre em partes em uma unidade e são complementadas em outra unidade (LACERDA JUNIOR, 2011).

Figura 3- Rio Verde: cadeia produtiva de carnes, 2016



Fonte: <https://web.bndes.gov.br>. Acesso 01 maio 2016

O Brasil, segundo o IBGE (2015), continua na quarta posição mundial com relação à produção de carne suína, atrás de China, União Europeia e Estados Unidos. Em Rio Verde a produção granjeira ocupa o terceiro lugar na produção de galináceos e o segundo lugar na produção de suínos.

Os municípios com os maiores efetivos de galináceos foram Uberlândia (MG), que saiu da quarta para a primeira posição em 2015, seguido por Bastos (SP), Rio Verde (GO) e Santa Maria de Jetibá (ES). Em 2015, 5 447 municípios apresentaram criação de galináceos. Toledo (PR), Uberlândia e Rio Verde (GO), nesta ordem, foram os municípios com os maiores contingentes de suínos alojados na data de referência da pesquisa (IBGE, 2015).

Um município como Rio Verde, grande produtor de suínos, necessita de constante monitoramento da qualidade da água, solo e ar para verificar seus níveis de possível contaminação. A suinocultura possui um significativo potencial poluidor, por gerar grande quantidade de resíduos com alta carga de nutrientes, matéria orgânica, sedimentos, patógenos, metais pesados e antibióticos (USDA; USEPA, 1999). Essa carga poluente pode estar se acumulando no solo rio-verdense que recebe há dezoito anos o lançamento de dejetos em seu solo, desde o início do projeto Buriti pela Brasil Foods.

A degradação ambiental como alteração das variáveis naturais do solo causada pelo lançamento DLS nas atividades granjeiras em Rio Verde, deve ser motivo de atenção e de estudo aprofundado, visando encontrar um balanço que seja favorável também à proteção ambiental e não apenas para a produção intensiva e o lucro.

1.2 - Rações Suínas e composição dos dejetos

A base alimentar suinícola são os grãos: como milho, soja e sorgo. Os elementos mais deficientes em rações nessas bases são o Ca, P, Na e Cl (considerados macroelementos) e o Fe, Cu, Zn, Mn, I e Se (considerados microelementos). Portanto, essa estrutura alimentar é enriquecida com nutrientes para melhorar o crescimento e o ganho de peso.

Esta prática gera consequências devido ao sub ou super uso dos insumos adicionados às rações, mesmo que sejam produzidas sob orientação técnica. Os suínos de uma maneira geral, apresentam uma baixa taxa de absorção nutricional, o que força o aumento das quantidades de nutrientes adicionados, sendo sempre em níveis muito superiores aos demandados pelos animais.

A hiper oferta de nutrientes se traduz em riscos à produção e ao ambiente. Doses excessivas podem proporcionar toxidez do elemento, gastos elevados para o produtor, que com a adição de quantidades superiores às demandas nutricionais dos animais cria um excesso alimentar, e a parte não utilizada pelo suíno, torna-se uma fonte de contaminação ambiental. Assim, quantidades adicionadas em doses

elevadas e não absorvidas pelo animal, são transferidas aos dejetos, e posteriormente lançadas ao solo.

É de suma importância o conhecimento sobre a produção de rações, para a obtenção de formulações de dietas apropriadas às exigências nutricionais dos suínos e das características nutricionais das fontes de nutrientes e ainda um refinamento das dietas fornecidas aos animais, a fim de evitar a liberação dos excessos dos nutrientes fornecidos (NRC, 1989). Zardo e Lima (1999), salientam:

Os minerais considerados essenciais para os suínos são o cálcio, fósforo, sódio, potássio, cloro, magnésio, ferro, enxofre, iodo, manganês, cobre, cobalto, zinco, flúor, molibdênio, selênio e cromo. Os macrominerais, que incluem cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre, geralmente têm funções estruturais como componentes dos ossos, tecidos e fluidos orgânicos, e também intervêm na regulação da pressão osmótica e na manutenção do equilíbrio ácido básico. Os microminerais participam, na sua maioria, como parte integrante de sistemas enzimáticos em uma série de processos metabólicos essenciais. Na formulação de ração para suínos deve-se dar atenção ao cálcio, fósforo, sódio, **manganês**, selênio, **ferro**, **zinco**, **cobre** e iodo (ZARDO E LIMA, 1999). (Grifo da autora).

Segundo a United State Department of Agriculture - USDA (1994), o nitrogênio (N) está contido em 49% do teor de matéria seca dos dejetos, o fósforo (P) representa 18% e o Potássio (K) 29%. E, de acordo com o NRC (1989), 45 a 60% do N e 50 a 80% do P consumidos são excretados pelos animais. Ademais, elevados níveis de Cobre (Cu) são adicionados na dieta alimentar de suínos, pois estimulam o crescimento, o consumo de ração e a eficiência da utilização das rações (CROMWELL, 1997). Pela importância mostrada, rotineiramente o Cu é suplementado aos suínos em quantidades acima das requeridas (ARMSTRONG et al, 2004).

Ademais, os suínos, pela infraestrutura de confinamento que estão alocados, requerem adição de Zinco (Zn) em suas dietas. A quantidade de Zn a ser ofertada é afetada pelo: teor de outros elementos na dieta, origem e forma de aplicação e, ainda, pelos níveis proteicos (NRC, 1989). Os teores de Zn requeridos pelos suínos são baixos, e inversamente proporcionais à quantidade de Cálcio (Ca) consumidos (ENSMINGUER & PARKER 1997).

Em atenção a isso, é importante notabilizar que os minerais essenciais à alimentação suinícola são excretados ao fim do processo digestivo em altas concentrações, compondo o DLS. LIMA et al. (1999) aferem que a taxa de excreção dos suínos é de 71,76% do total consumido de Cobre (Cu) e de 76,36% para o elemento Zinco (Zn), sendo estes metais pesados.

Uma parcela significativa dos altos índices de nutrientes excretados credita-se aos elevados teores disponibilizados nas dietas alimentares dos suínos. Este excesso é denominado de fator de segurança, incluído nas dietas, devido à variabilidade nutricional de componentes das rações, ou para compensar certa disponibilidade de nutriente na matéria prima (NRC, 1989).

Além disso, o DLS é principalmente formado por fezes, urina, resíduos de ração, pêlos, água dos bebedouros e de higienização (KONZEN, 1983). Somando-se os elementos temos que o dejetos de suíno, depende diretamente dos nutrientes da alimentação oferecida. Ceretta (2015), define que a matéria seca do DLS é composta por carbono, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B) e enxofre (S).

Os efluentes produzidos por suínos em confinamento possuem uma alta carga orgânica e inorgânica. O sistema digestivo dos suínos corrobora com a alta produção do DLS. Por serem monogástricos, maior parte do que é proporcionado como alimento aos animais é excretada, junta-se a isso as intervenções humanas no sentido de intensificarem a inserção de nutrientes nos alimentos suinícolas. Ao ser lançado no solo sem o manejo correto, esses compostos podem gerar degradação ambiental e ainda serem absorvidos pelas plantas o que, conseqüentemente, traduz em riscos à saúde humana.

O DLS contém grande parte dos nutrientes inseridos na dieta dos suínos pelo seu baixo aproveitamento dietético. A oferta de Fe também é grande, principalmente para prevenir a anemia nutricional de leitões jovens, provocada por deficiência de ferro, já que via placenta, a porca transfere baixa concentração desse nutriente para os fetos, fator que ocorre igualmente no aleitamento.

Além da alimentação Oliveira & Parizotto (1994), expõe a importância do sistema de manejo implantado na granja, já que este determina a quantidade de água utilizada, os nutrientes que compõem a alimentação, a idade dos animais e o ainda tipo de armazenamento e estocagem.

Dentro dessa perspectiva de grande oferta de nutrientes incorporadas na dieta e baixo aproveitamento dos elementos dos suínos, ocorre grande descarte das dosagens oferecidas. Os dejetos carregados de macro e micronutrientes aliado a ausência de bons manejos, pode acarretar em problemas ambientais como os já verificados em outros países que utilizaram dejetos em grandes quantidades e por longos períodos (BURTON, 1997).

1.3 - A degradação ambiental do solo provocada pelo lançamento de DLS

As granjas de suínos podem alterar os solos e as águas com seus efluentes e, o ar com os odores produzidos na operação da atividade. Considerando que as alterações maléficas ao meio ambiente são consideradas pela Política Nacional de Meio Ambiente, LEI Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981, como degradação ambiental, salienta-se que a atividade granjeira pode ser considerada uma prática degradante ao ambiente (BRASIL, 1981).

É importante observar que a alta produção de efluentes é a principal fonte de problemas ambientais na atividade granjeira. A degradação biológica dos resíduos gerados pelas granjas de suínos produz gases tóxicos, cuja exposição constante a níveis elevados, pode reduzir o desempenho zootécnico dos suínos e incapacitar precocemente os tratadores para o trabalho e, ainda o lançamento dos dejetos na natureza sem tratamento prévio pode causar desequilíbrios ambientais, a exemplo da proliferação de moscas e borrachudos, aumento das doenças vinculadas à água e ao solo (PERDOMO; LIMA, 2001).

Convém salientar que a utilização continuada de altos volumes de DLS em solos pode causar acúmulo de macro e micronutrientes nas camadas mais superficiais, com risco

de provocar desequilíbrios nutricionais em cultivos mais suscetíveis, além de elevar o risco de contaminação das águas superficiais pelo escoamento superficial (ALLEN e MALLARINO, 2008; GIROTTO et al.,2010).

Em regiões em que a geração de efluentes supera a capacidade de suporte do solo e, ou as recomendações dos órgãos de fiscalização ambiental, alternativas de tratamento ou exportação de nutrientes precisam ser adotadas.

Para mais, em relação ao solo, segundo Seganfredo (2004), a saturação pelos nutrientes da fertirrigação por DLS pode alterar suas características físicas, químicas e biológicas impactando negativamente na biodiversidade dos microrganismos e potencial produtivo do solo. Apesar de a estrutura NPK, já bastante estudada (LIMA et. al, 1999; SEGANFREDO, 2004; MATIAS, 2006; CERETTA, 2009; RIBEIRO, 2013; GATIBONI et. al, 2014; OLIVEIRA, 2016), ser a grande preocupação quando se pesquisa sobre a degradação dos solos, os demais nutrientes, inseridos na ração suinícola, podem trazer alterações em sua estrutura, causando a degradação ambiental.

A complexidade física, química e biológica propicia que esse substrato seja vastamente utilizado para o lançamento de substâncias potencialmente prejudiciais ao meio ambiente. Suas características e propriedades possuem uma grande capacidade em decompor e inativar substâncias poluentes, o que o torna local de descarte passível de contaminação dos recursos naturais, possibilitando efeitos negativos na saúde humana e animal.

O DLS, diferente dos fertilizantes químicos não apresentam quantidades nutrientes fixas, por vezes, desproporcionais em relação à capacidade de extração das plantas. Com isso, as adubações contínuas com dejetos poderão ocasionar desequilíbrio químicos, físicos e biológicos no solo, cuja gravidade dependerá da composição desses resíduos, da quantidade aplicada, da capacidade de extração das plantas, do tipo de solo e do tempo de utilização dos dejetos (Burton, 1996).

Camargo (2007) considera que o solo absorve grandes quantidades de contaminantes sem sofrer grandes transformações visíveis por ser estático e não fluído como a água e o ar. Porém, com o tempo, estas mutações são quase sempre irreversíveis.

É importante salientar que a degradação do solo se destaca no contexto ambiental em diversos países. Processos como a erosão por ser visivelmente notados recebem mais atenção tanto de especialistas quanto de leigos, no entanto, a degradação química, apesar de sua importância, passa despercebida por não trazer traços visíveis de degradação a olho nu. A degradação química é o impacto negativo causado pela acumulação de elementos e substâncias tóxicas, bem como pela deterioração de processos químicos que regulam os processos vitais do solo (CAMARGO, 2007).

Outrossim, a degradação química do solo pode comprometer além das características desse substrato, percolando os elementos químicos, e atingindo as águas subterrâneas. Em se tratando de produtos não biodegradáveis, estes podem ser transferidos a outros organismos vivos pelo fluxo da cadeia alimentar concentrando-se nos últimos níveis dessa cadeia. Logo, o correto é somente adicionar ao solo as quantidades necessárias para se repor o que é extraído pelas plantas, descontando-se as quantidades que ingressam no sistema, qualquer que seja a fonte.

Além dos efeitos ambientais gerais, deve-se levar em conta também, os efeitos cumulativos que poderão ocorrer na cadeia alimentar (KABATA-PENDIAS, 1995) onde os organismos contaminados passam a ser fontes de contaminação para outros que lhe são dependentes. Com isso, de acordo com Seganfredo (2004), para preservar a qualidade do solo e do ambiente, a quantidade de dejetos a aplicar deve estar condicionada ao componente mais sensível no sistema, quer seja planta, animal ou recurso natural nele inserido ou dele dependente.

Segundo Burton (1997), em países onde se utilizou grandes quantidades de dejetos de suínos como fertilizantes do solo por longos períodos, como a Alemanha e a Holanda, a poluição ambiental gerada por essa prática contribui para a implantação de medidas restritivas quanto a sua aplicação visando à preservação e recuperação do solo e das águas superficiais. Nesses países, os principais problemas verificados estiveram relacionados ao acúmulo em excesso de nutrientes no solo e de nitratos

nas águas (FEDERAL ENVIRONMENTAL AGENCY, 1998) oriundos da aplicação de grandes quantidades de dejetos por longos períodos (BLOXHAM & SVOBODA, 1996).

No Brasil, a criação de suínos, bem como o manejo de seus dejetos é considerada como uma atividade potencialmente poluidora pela resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997, sendo necessário, além do licenciamento ambiental, estudos complementares sobre as condições ambientais da área de instalação do empreendimento, com o objetivo de minimizar os impactos negativos ao meio.

1.4 – Atividade granjeira: base legal

A Lei de Crimes ambientais (Lei 9605/98) no artigo 60 legisla que é crime ambiental construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes (BRASIL, 1998).

Outrossim, a Lei 9638/1998 estabelece a importância do cadastro técnico federal das atividades potencialmente poluidoras. Sendo que a tabela de atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais e a Portaria n.º 007/06-PRES/AGMA delibera que os empreendimentos de criação de suínos, em sistema de confinamento, em unidades denominadas granjas ou suinoculturas podem causar modificações ambientais, e por isso estão sujeitos ao licenciamento ambiental.

É importante salientar que o município de Rio Verde possui o licenciamento ambiental em âmbito municipal sendo em grande parte das atividades descentralizadas do órgão de licenciamento Estadual. A suinocultura em Rio Verde é licenciada pela própria Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMA.

Além disso, entre os requisitos para o licenciamento das granjas de suínos em Rio Verde, está o cadastramento de solo disponível dentro ou fora do imóvel para o lançamento do efluente da atividade granjeira. Análises de solo também devem ser enviadas a SEMA para verificar a disposição do solo em receber DLS.

Não apenas o processo de licenciamento, mas também as granjas de suínos devem obedecer a critérios legais, tais como as resoluções CONAMA para lançamento de efluentes. O tratamento desses efluentes devem ser realizados antes do seu lançamento, seja nos corpos hídricos ou no solo.

O lançamento das altas cargas de matéria orgânica e demais elementos produzidos pelo DLS devem possuir como parâmetros os limites máximos permitidos para o tipo de solo receptor do efluente. Esses parâmetros são definidos pelos valores de referência de qualidade do solo.

Os VRQ é a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos.

Os VRQ são definidos pela resolução CONAMA 420/2009 que:

Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. (CONAMA 420/2009).

Essa resolução traz em seu anexo II os valores de referência para o país. O artigo 8 dessa resolução foi alterado pela Resolução 460/2013:

Art. 8º Os VRQs do solo para substâncias químicas naturalmente presentes serão estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes dos Estados e do Distrito Federal até dezembro de 2014, de acordo com o procedimento estabelecido no Anexo I. (Nova Redação dada pela Resolução CONAMA nº 460/2013)

Porém o estado de Goiás ainda não definiu seus valores de referência para a qualidade dos solos e água subterrânea. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB e o Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais – COPAM, são exemplos de instituições estaduais as quais já definiram os VRQ estaduais.

Além do mais, a definição dos VRQ ainda não foi realizada na maioria dos Estados brasileiros, dificultando inferências quanto a contaminação do solo. A alteração trazida pela resolução CONAMA 460/2013 propiciou um tempo maior para que os Estados providenciassem os estudos e publicação desses valores, porém, o novo prazo também parece ter sido insuficiente.

A legislação brasileira, ainda segue tênue, na proteção dos solos, possibilitando que os processos identificados como de melhoramento do solo traduzam em poluição deste substrato. A fertilização é um processo para melhoramento das condições nutritivas do solo, caso realizada de forma adequada, porém esse ajuste nem sempre é respeitado.

A resolução CONAMA 420/2009 traz os valores orientadores para solos e água subterrânea. Os quais dão uma visão panorâmica do que os Estados brasileiros, a partir de suas peculiaridades, deveriam atribuir as substâncias a serem lançadas no solo. O Estado de São Paulo no ano de 2014 definiu os valores orientadores para qualidade de solo e água subterrânea. Como o Estado de Goiás ainda não definiu seus valores orientadores, a lista apresentada (Quadro 1) será utilizada para confronto com os valores obtidos nos resultados amostrados das coletas de solos dessa pesquisa.

Quadro 1 – São Paulo: valores orientadores para solo e água subterrânea, 2014

Substância	CAS Nº	Solo (mg kg ⁻¹ peso seco)					Água Subterrânea (µg L ⁻¹)
		Valor de Referência Qualidade	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção (VI)			
		(VRQ)	(VP)	Agrícola	Residencial	Industrial	VI
INORGÂNICOS							
Antimônio ⁽¹⁾	7440-36-0	<0,5	2	5	10	25	5
Arsênio ⁽¹⁾	7440-38-2	3,5	15	35	55	150	10
Bário	7440-39-3	75	120	500	1300	7300	700
Boro	7440-42-8	-	-	-	-	-	2400
Cádmio	7440-43-9	<0,5	1,3	3,6	14	160	5
Chumbo	7439-92-1	17	72	150	240	4400	10
Cobalto ⁽¹⁾	7440-48-4	13	25	35	65	90	70
Cobre ⁽²⁾	7440-50-8	35	60	760	2100	10000 ^(a)	2000
Crômio total ⁽¹⁾	7440-47-3	40	75	150	300	400	50
Crômio hexavalente	18540-29-9	-	-	0,4	3,2	10	-
Mercúrio	7439-97-6	0,05	0,5	1,2	0,9	7	1
Molibdênio	7439-98-7	<4	5	11	29	180	30
Níquel ⁽²⁾	7440-02-0	13	30	190	480	3800	70
Nitrato (como N)	14797-55-8	-	-	-	-	-	10000
Prata ⁽¹⁾	7440-22-4	0,25	2	25	50	100	50
Selênio	7782-49-2	0,25	1,2	24	81	640	10
Zinco	7440-66-6	60	86	1900	7000	10000 ^(a)	1800
HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS VOLÁTEIS							
Benzeno	71-43-2	-	0,002	0,02	0,08	0,2	5

Fonte: Cetesb, 2014.

A listagem não define valores de referência de qualidade para os elementos Boro, Manganês e Ferro, porém traz os níveis recomendados para os metais pesados zinco e cobre, os quais também são alvos dessa pesquisa.

1.5 – O mito da fertilização por dejetos suínolas

O processo de fertilizar é definido pela reposição dos nutrientes retirados do solo pelas plantas. O lançamento dos nutrientes deve ser realizado com extrema precisão, garantindo que apenas o absorvido pelas culturas seja repostado ao solo (EMBRAPA, 2007)

Quando o processo de fertilizar ocorre junto com a irrigação, denomina-se fertirrigação. A fertirrigação pode utilizar qualquer sistema de irrigação para carrear os nutrientes até as plantas. O processo de fertirrigação traz como vantagem a utilização de um sistema já estabelecido e entre outros aspectos, a aceleração do processo de

fertirrigação devido a percolação propiciada pelo processo de irrigação, chegando mais rapidamente as raízes das plantas.

É importante salientar que para a devida correção de fertilidade no solo e evitando-se a contaminação, deve ser realizada uma equação para o lançamento de nutrientes, apenas o que a planta consumir deve ser repostado. Pain (1998) salienta que seja por meio de adubações orgânicas ou químicas, as quantidades de nutrientes adicionadas não devam ser superiores as requeridas pelas plantas.

Apesar da eficiência dos dejetos de suínos no processo de fertilização ser comparado em quase igual proporção a dos fertilizantes solúveis industrializáveis, os dejetos não possuem a facilidade de combinações dos fertilizantes industrializáveis. Gatiboni et. al (2014), salienta que os dejetos de suínos possuem proporção média de nutrientes, que sofre pouca variação a partir do manejo, trazendo estática para o uso do dejetos.

Segundo a EMBRAPA (2005) a fertilização deve ser baseada: a) em resultados de análises de solo complementados pela análise de planta; b) numa análise do histórico da área inclusive o sistema de cultivo, pressão de doenças e plantas daninhas; c) no conhecimento agrônomo da cultura; d) no comportamento da área cultivar; e) no comportamento dos fertilizantes no solo.

Cabe destacar que os dejetos líquidos dos suínos são ricos em matéria orgânica, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e outros elementos (DIESEL et al., 2002). Esses elementos em excesso contribuem para degradação ambiental local, devendo atentar-se ao correto balanço de nutrientes no solo.

De acordo com Matias (2006) os dejetos de suínos são utilizados continuamente nas mesmas áreas, normalmente próximas à unidade de produção e, em grande parte dos casos, em frequências e quantidades excessivas em relação à capacidade de absorção pelas plantas cultivadas. Gatiboni (2014), indica que os altos custos de transporte e aplicação dos dejetos e a dificuldade de ajuste de dosagem são as principais desvantagens do uso do DLS.

E ainda, segundo Gatiboni (2014), a estática dos nutrientes contidos nos dejetos líquidos de suínos inviabiliza um balanço eficiente de fertilização. Enquanto que para fertilizantes industrializados é possível escolher entre dezenas de formulações com diferentes concentrações e proporções de nutrientes, no DLS a proporção média é de N:P²O₅:K²O de 1,9:1,6:1,0, sofrendo algumas variações conforme as condições de geração e armazenamento.

Assim sendo, considerando que as plantas necessitam de muito mais nitrogênio e potássio do que fósforo, se o dejetos for aplicado no solo para suprir a demanda de nitrogênio certamente estará sendo aplicado fósforo além do necessário para a planta, conseqüentemente, aumentará o teor deste nutriente no solo.

Portanto é importante verificar se o lançamento de DLS atende as questões de fertilização ou se está contaminando os solos do município de Rio Verde. Pois a fertilização deve repor apenas o consumido pela planta e, não permitir acumulação de nutrientes, que a depender da quantidade pode trazer prejuízos a qualidade dos solos e ainda riscos de danos à saúde humana.

1.6 – Micronutrientes, metais pesados e a saúde humana

A maior parte dos nutrientes essenciais às plantas também são essenciais aos seres humanos. A ingestão diária recomendada (IDR) para a nutrição humana é proporcionada por cada nutriente considerado essencial para as plantas (NAS, 2014).

A disponibilidade de micronutrientes no solo pode ser influenciada pela adição de macronutrientes. É preciso considerar o manejo geral de fertilidade do solo, ou seja, quando os fertilizantes são utilizados para fornecer o nutriente mais limitante, pode haver implicações de longo prazo na absorção de outros nutrientes para as plantas, por exemplo, a aplicação de fertilizantes fosfatados de forma contínua, sem levar em conta outros nutrientes, pode levar à deficiência de elementos como o Zn.

Salienta-se que os elementos encontrados no DLS são importantes para as culturas. Porém, um manejo inadequado pode gerar resultados indesejáveis, como a acumulação dos nutrientes em altas concentrações: degradando os solos, intoxicando as plantas e ainda trazendo riscos de danos à saúde humana. Diante disso, os elementos que compõem o DLS devem ser investigados e definidas suas qualificações. Os microelementos ferro (Fe), manganês (Mn), boro (B), zinco (Zn), cobre (Cu), são alvos dessa pesquisa.

Em relação ao Fe, nas plantas ele é um dos constituintes de enzimas (metaloproteínas), necessárias à síntese de clorofila e à divisão celular, atuando na fixação do nitrogênio. De acordo com Stein (2009) os principais sintomas por excesso de ferro são o bronzeamento das folhas, inicialmente as mais velhas, e deposição de pigmentos marrons, podendo levar ao retardo no crescimento, baixa produtividade, esterilidade e, em casos mais severos, à morte da planta. Perdas na produção são relatadas entre 15 e 20%, mas perdas totais já foram descritas (STEIN, 2009).

E ainda, em humanos, é um micronutriente essencial ao metabolismo, devido à capacidade para facilmente aceitar e doar elétrons, permutando entre a forma férrica (Fe^{3+}) e a ferrosa (Fe^{2+}). Esta propriedade torna-o fundamental para integrar moléculas como os citocromos, os transportadores de O_2 (hemoglobina e mioglobina), e muitas enzimas envolvidas no metabolismo oxidativo (MATOS, et al, 2015).

O Fe pode combater algumas deficiências nutricionais e tratar a anemia. Contudo, a grande reatividade do ferro torna-o especialmente agressivo para os tecidos. Dada esta dualidade a homeostasia do ferro requer uma regulação extremamente minuciosa. O fenômeno da geofagia (ingestão de argilas) pode ser ligado a deficiência de ferro na dieta alimentar. Porém, em excesso, de acordo com Cortecchi (s.d.), pode contribuir para carcinogênese.

Em relação ao manganês, este possui características químicas e geológicas muito próximas ao Ferro. Nas plantas é um ativador enzimático, que controla as reações de oxirredução na realização da fotossíntese e síntese de clorofila. A carência de manganês provoca principalmente nas folhas jovens a clorose intervenal, enrolamento

e queda. Nas folhas velhas, a escassez de manganês leva ao aparecimento de pontos necróticos na estrutura foliar, ocasionando uma perda na sua função metabólica.

Com efeito, o manganês é sem dúvida um elemento essencial para uma grande variedade de animais, que o contém em enzimas organo-metálicas biologicamente fundamentais à vida. No entanto, o excesso de manganês parece contribuir para casos de oclusões coronárias e em artrite reumatóide; corrobora para essa ideia, o fato de serem encontrados altos teores de manganês no sangue de pacientes com essas patologias (CORTECCI, s.d.). Ademais, o manganês em altos teores, no meio ambiente, pode causar alucinações e demências e quando associado ao ferro pode resultar em Mal de Parkinson (CUNHA e MACHADO, 2004).

De acordo com Silva et.al (2010), os sintomas da intoxicação por manganês são mais observados no trato respiratório e no Sistema Nervoso Central - SNC. Dentre as manifestações clínicas estão problemas de memória, alucinações, doença de Parkinson, embolia pulmonar e bronquite. Em casos de exposições prolongadas, os homens podem apresentar impotência sexual. Outros sintomas incluem: apatia, esquizofrenia, fraqueza muscular, cefaléia e insônia.

Paralelamente, o boro possui implicações quanto a sua retenção no solo, em solos arenosos, possui grande propensão a serem lixiviados (ABREU, et.al., 2015). E, Silva, et al (1995) explicitam que parte do B adicionado ao solo como fertilizante permanece solúvel e pode ser lixiviado no perfil do solo. Nas plantas, metaboliza os carboidratos e transporta açúcares, atua ainda na formação da parede celular, divisão celular e no movimento da seiva. Fortalece os tecidos vegetais e no desenvolvimento das folhas e dos brotos. A deficiência de boro traz enfermidades à saúde humana, salienta Romero (2001):

De entre las diversas funciones que tiene, es su papel dentro del metabolismo mineral y óseo la más importante. Se ha demostrado como, suplementos dietéticos de boro pueden compensar las alteraciones estructurales y metabólicas óseas que se producen con déficits de elementos tan importantes como el calcio, la vitamina D o el magnesio. Además puede aumentar o imitar ciertas acciones estrogénicas. Debido a esta capacidad demostrada de reequilibrar el metabolismo óseo, el boro podría ser un importante elemento en la

prevención y tratamiento de enfermedades óseas como es la osteoporosis. (ROMERO, 2001).

De acordo com a Enciclopédia Agrícola Brasileira (1995), o Boro é um micronutriente aniônico, e na crosta terrestre se apresenta na forma de bórax. O Boro disponível para as plantas encontra-se na solução do solo como ácido bórico (em condições de pH neutro) e como ânion borato (a elevados valores de pH) e pode ser absorvido tanto por via radicular (raízes) como foliar (folhas). A quantidade de boro na crosta terrestre varia entre 3 e 10 ppm, nas rochas básicas 10ppm em média, nas ácidas 15ppm e nas sedimentares entre 20 e 100ppm. O teor de boro total no solo varia mais frequentemente de 7 a 80 ppm.

A disponibilidade de B no solo varia de acordo com o pH e o teor de matéria orgânica. O elemento também sofre influência do tipo de solo: correndo o risco de lixiviação nos solos arenosos e boa fixação e disponibilidade nos solos argilosos. A calagem também diminui sua acessibilidade às plantas. A presença de quantidades elevadas de óxidos de ferro e alumínio pode diminuir a disponibilidade em razão da adsorção relativamente energética do nutriente à superfície desses óxidos. (SOUZA, et.al, 1995).

A principal consequência da falta de boro é a paralização do crescimento do tecido meristemático, aquele existente nas extremidades das raízes, dos ramos e no câmbio. Isso significa, em outras palavras, que o crescimento da planta cessa. Aparentemente, a falta de boro impede a síntese de bases nitrogenadas, como a uracil; esta é componente essencial do RNA (ácido ribonucleico) que, por sua vez, integra os ribossomos das células. A falta de uracil também impede a formação de uma coenzima essencial à produção de sucrose, a mais importante forma de transporte de açúcar na planta. Os sintomas gerais de deficiência do boro compreendem, no início, diminuição do crescimento da porção apical da planta, aparecendo, então, folhas deformadas, retorcidas e espessadas. Com a intensificação do processo, há morte da gema apical, o crescimento da planta se restringe, a formação de flores e frutos diminui produtividade se reduz (SILVA et. al, 1995).

Já o zinco apesar ser um elemento necessário para o organismo humano em pequenas quantidades, é um metal pesado. Os metais pesados não são sintetizados nem destruídos pelo homem. O consumo de grandes quantidades do metal, seja por água, alimentos ou suplementos nutricionais, pode afetar a saúde. A ingestão aguda pode acarretar em cólicas estomacais, náuseas e vômitos, problemas circulatórios pulmonares e de concentração mental e ainda, essa ingestão em altas doses por vários meses, pode ocasionar anemia, danos ao pâncreas e diminuição do colesterol HDL (CUNHA et al., 2001). No entanto, sua deficiência pode causar falta de apetite, diminuição do paladar e olfato, doenças imunológicas, cicatrização lenta, retardo no crescimento e dermatite.

O cobre também é um metal pesado. Destaca-se que os metais pesados podem provocar sérios problemas à saúde humana e possibilitar a ocorrência de mutações genéticas (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000). Além disso, causam efeitos nocivos em organismos por terem propriedades cumulativas, mutagênicas e cancerígenas (KLAASSEN CURTIS, 2001). A exposição a contaminantes do solo pode ocorrer de forma direta como a ingestão de solo por crianças ou indireta pela ingestão de água contaminada pela lixiviação ou percolação dos elementos diretamente ou via cadeia alimentar.

O Cu, nas plantas, é um componente das metalo-enzimas e receptor intermediário de elétrons, tem papel importante na fotossíntese, respiração, redução e fixação de nitrogênio sendo um nutriente imóvel. Enquanto a carência de cobre, nas plantas, altera a tonalidade das folhas, tornando-as verde-azuladas e enroladas que permanecem alongadas, deformadas e com as margens cloróticas voltadas para baixo. Nos cereais, a extremidade da folha se torna branca e pode cair (NUNES, 2016).

Contudo, o Cu quando presente em altas concentrações, nos humanos, pode resultar em danos ao fígado, aos rins e ao cérebro. A exposição a níveis excessivos pode resultar em vários efeitos negativos à saúde, incluindo danos ao fígado e aos rins, anemia, imunotoxicidade e desenvolvimento da toxicidade (ATSDR, 2005).

Os sintomas mais comuns relacionados à exposição de altas concentrações de cobre é a disfunção intestinal, seguida de náusea, vômito e dor abdominal. Em casos de super exposição ao cobre e a outros elementos têm sido constatado o risco de câncer de pulmão e de estômago (ATSDR, 2004).

Em relação a retenção dos micronutrientes, vale salientar, que estes são retidos pelos diversos componentes orgânicos e inorgânicos através de adsorção iônica ou molecular ou por precipitação em formas pouco solúveis. A capacidade do solo de reter o micronutriente depende das suas propriedades químicas, físicas e biológicas, assim como da forma química com que o nutriente foi aplicado.

Dentre os fatores que influem na retenção dos micronutrientes podem ser citados: textura, pH, umidade, teor de matéria orgânica, teor de óxidos de ferro, de alumínio e de manganês, espécie e concentração dos constituintes na solução do solo e sua velocidade de percolação.

FULLER et al, (1976) e KORTE et al, (1976) estudaram, a retenção do cobre e do zinco em solos e notaram, além de outros elementos, a correlação desses metais com os óxidos de ferro.

E ainda Camargo (2006) diz que normalmente, a solubilidade e, conseqüentemente, a movimentação dos micronutrientes catiônicos (cobre, ferro, manganês e zinco), aumenta com a diminuição do pH do solo. E ainda, a umidade influi na capacidade de retenção por afetar as reações redox. Os elementos competem entre si e com outros compostos orgânicos e inorgânicos por lugares de adsorção ou por ligantes complexantes disponíveis. Assim, a retenção dos nutrientes não é afetada apenas pela sua concentração na solução, mas também pela concentração de todos os outros constituintes do sistema (DONER, 1978; MATTIGOD et al, 1979).

A mobilidade do micronutriente no solo pode variar muito. Alguns deles, como o cobre e o zinco, são fortemente retidos na fase sólida do solo, enquanto alguns não são adsorvidos (BARBER, 1962).

Ademais, tanto os macronutrientes quanto os micronutrientes possuem papel de extrema relevância no desenvolvimento das culturas. No entanto, essa essencialidade

deve ser balizada de forma que atenda às necessidades das plantas sem contaminar os solos.

É importante observar que os micronutrientes possuem funções imprescindíveis no crescimento e desenvolvimento das plantas, porém seu excesso ou falta pode diminuir a fertilidade do solo e até mesmo degradá-lo. Paralelamente, é capaz de causar riscos à saúde humana. Portanto, o lançamento de DLS no solo deve ser meticulosamente estudado, a fim de cumprir seu papel em fertilizar, e não se tornar uma ameaça ao cultivo agrícola e à segurança da saúde da população.

1.7 - A bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão

O território das bacias hidrográficas tem sido adotado como unidade de reconhecimento, caracterização e avaliação, para abordagem ambiental. Sendo que estas unidades de planejamento e gestão possuem duas vertentes: uma de ordem natural que denota a susceptibilidade do meio à degradação ambiental e a outra antrópica onde as atividades humanas realizam interferências de forma direta e indireta.

Os estudos ambientais, que utilizam como unidade de observação, determinada bacia hidrográfica, são fundamentais para se iniciar a proposição de políticas de desenvolvimento nestas unidades salientando que para que as diretrizes sejam eficientes, é necessário conhecer as variáveis que influenciam e como se relacionam, pois somente assim, as causas do impacto ambiental poderão ser detectadas e mitigadas e, novos modelos de gestão poderão ser implementados tendo como fruto resultados eficientes.

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural de água que direciona através do relevo a saída de suas águas por um único ponto denominado exultório. Barrela (2001) define como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes. Porém, além dos aspectos físicos a bacia hidrográfica integra os elementos naturais e sociais estabelecendo-se como uma unidade ideal de planejamento.

O planejamento ambiental em bacias hidrográficas deve atuar no sentido de minimizar os impactos negativos das ações antrópicas, estabelecendo relações entre as atividades da sociedade e o meio ambiente, mantendo a interação desses elementos. Na Conferência Rio-92, o conceito de bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento floresceu, devido a base da reunião preparatória ter sido a gestão dos recursos hídricos passando pela visão macro considerando os aspectos, físicos, sociais e econômicos (WMO, 1992).

O Brasil tem uma política voltada para recursos hídricos, sendo a bacia hidrográfica o recorte territorial para a implantação de planos e projetos que possam ordenar e orientar os usos da água. A LEI Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997 considera a bacia hidrográfica como unidade territorial no Brasil, para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Com a anuência dos sujeitos de planejamento e gestão, as bacias hidrográficas tornaram-se instrumentos de representação de unidades territoriais sujeitas a um ordenamento espacial próprio. As bacias hidrográficas são consideradas como unidades territoriais devido à delimitação espacial que lhe confere atributos singulares, distinguindo-as umas das outras.

A bacia hidrográfica em sua análise sistêmica consegue polarizar os aspectos naturais e sociais dentro de um ambiente delimitado espacialmente. A multidisciplinariedade de seu contexto acarreta o que coloca Albuquerque (2012) que tendo a bacia como base principal do sistema de gestão é possível realizar a delimitação e reconhecimento do ambiente físico, a aplicação de legislação específica compatível a realidade local e a análise integrada que leva a possível coesão entre os grupos sociais e o aspecto físico local.

Ao entenderem as bacias hidrográficas como células básicas de análise ambiental Botelho e Silva (2004) salientam que a visão integrada do ambiente está implícita sendo possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o meio e seus desdobramentos sobre o equilíbrio ambiental.

A identificação da bacia como unificadora dos processos ambientais e das interferências humanas reforçada por Lima (2005) conduz a administração pública na aplicação do conceito de gestão de bacias hidrográficas, ressignificando estes territórios.

Ademais Rodriguez, Silva e Leal (2011) demonstram que noção de totalidade ambiental das bacias hidrográficas deriva da necessidade de uma compreensão sistêmica, de sustentabilidade e de complexidade, onde a água deve ser entendida em um contexto de relações espaciais considerando os componentes e processos ambientais e as ações humanas.

As intervenções das interações ambientais e a busca por respostas e soluções para problemas específicos deve considerar a unidade das bacias hidrográficas de acordo com Magalhães Júnior (2007).

Ao permitir uma abordagem integrada, "a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural" (YASSUDA 1993). Utilizar o recorte territorial a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e a gestão possibilita agregar em um mesmo núcleo as questões ambientais e antrópicas favorecendo o reconhecimento da visão holística que o meio ambiente exige.

As bacias hidrográficas vêm sendo adotadas como áreas preferenciais para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, no Brasil. Nas últimas décadas, com a modernização dos modelos de gestão da água, o planejamento passou a incorporar o conceito de sustentabilidade, logo, as bacias hidrográficas são unidades espaciais que permitem o aprofundamento do planejamento e da gestão de forma sistêmica incorporando os aspectos físicos e antrópicos, adotando uma visão de conjunto na análise ambiental.

A normatização do uso do solo e planejamento dos recursos hídricos precisam de integração dentro da unidade da bacia hidrográfica, o planejamento ambiental deve

ser elaborado para uma normatização de uso do solo com vistas à conservação ambiental. Porto e Porto (2008) “a gestão dos recursos hídricos, para ser efetiva, deve ser integrada e considerar todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos.” (PORTO; PORTO, 2008, p. 43).

Nascimento & Vilaça (2008) coloca que a gestão de bacia hidrográfica possui desafios como o grau de urbanização, conflito de usos da água, impactos ambientais. Os planos de gerenciamento devem possuir um diagnóstico da situação atual dos recursos dentro da bacia hidrográfica. O diagnóstico é necessário para cumprir o décimo inciso do Art.7º que legisla sobre a necessidade de propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

No Brasil, os planos de gerenciamento de bacias hidrográficas geralmente abordam apenas o aspecto da utilização dos recursos hídricos (irrigação ou saneamento ou geração de energia) deixando os problemas de ordem sócio-ambiental e econômica, política e cultural em segundo plano pecando em relação ao desenvolvimento sustentável, porém a capacidade ambiental de dar suporte ao desenvolvimento possui sempre um limite, a partir do qual todos os outros aspectos serão inevitavelmente afetados. (GUERRA, 2006).

De acordo com CARVALHO (2014) na concepção sistêmica a água não deve ser gerida sem considerar suas estreitas inter-relações com os outros componentes do meio como, por exemplo, os solos, a vegetação, o relevo e com a ação antrópica que altera as condições de funcionamento dos sistemas naturais, produzindo mudanças que podem afetar diretamente a qualidade e quantidade de água disponível em uma bacia. A utilização dos solos é sempre algo preocupante, tal preocupação se deve em função de que a ocupação indevida deste recurso, possa gerar uma série de impactos ao longo de toda a bacia.

Por seu caráter integrador, a bacia hidrográfica deve ser encarada com uma unidade de gestão dos elementos naturais e sociais por excelência. O estudo ambiental não deve ser realizado apenas sob o ponto de vista físico, mas as relações sociais e suas interações com o meio devem ser entendidas de forma global, integradora e holística.

A bacia hidrográfica do Rio do Peixe foi a unidade de planejamento escolhida para esse estudo. Ela localiza-se no município do Rio Verde, o qual possui uma intrínseca relação com o agronegócio dando esse arcabouço para a eleição dessa bacia municipal.

2 - MATERIAIS E MÉTODO

A metodologia empregada neste estudo foi baseada, principalmente, nos trabalhos realizados por Perdomo, Konzen, Oliveira, Seganfredo, Nones, Bartels, voltados as problemáticas relacionadas a produção de suínos e o meio ambiente. A partir desses estudos, foi definido o eixo mestre da pesquisa, etapas operacionais e delimitações da área de estudo.

2.1 – Método

Trata-se de um estudo quanti-qualitativo, desenvolvido com base no tripé: teórico, documental e campo. Enquanto o estudo quantitativo possui bases no positivismo e com o propósito de assegurar a objetividade e neutralidade na ciência, recorrendo a técnicas e instrumentos de coleta e tratamento dos dados (GAMBOA, 1995), a pesquisa qualitativa, com fundamentos nas ciências sociais, explana as especificidades de cada contexto, as investigações com enfoque qualitativo interpreta a complexidade de um determinado fenômeno social. O remonte dessas duas vertentes gera a pesquisa quanti-qualitativa.

Na pesquisa quanti-qualitativa a complementaridade é reconhecida, compreendendo que os propósitos de estudo nas ciências humanas não podem ser alcançados por uma única abordagem. Gramsci (1995) argumenta:

Afirmar, portanto, que se quer trabalhar sobre a quantidade, que se quer desenvolver o aspecto “corpóreo” do real, não significa que se pretenda esquecer a “qualidade”, mas, ao contrário, que se deseja colocar o problema qualitativo da maneira mais concreta e realista, isto é, deseja-se desenvolver

a qualidade pelo único modo no qual tal desenvolvimento é controlável e mensurável. (GRAMSCI, 1995).

Portanto, ao estudar a possível degradação dos solos com lançamento de DLS, de forma quanti-qualitativa traduz em maior possibilidade de resultados representativos, entendendo que a qualidade está sempre ligada à quantidade.

A delimitação temporal foi demarcada em um ano 2017 para as coletas e análises químicas no laboratório Solocria². Sobre o método empregado nas coletas e análises dos elementos químicos do solo, foi utilizado o sistema definido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2014). Foram utilizados dois manuais, sendo o primeiro de Amostragem e Cuidados na Coleta de Solo para Fins de Fertilidade (EMBRAPA, 2014) e, ainda o Manual de Métodos de Análises Químicas para Avaliação da Fertilidade do Solo (EMBRAPA, 1998).

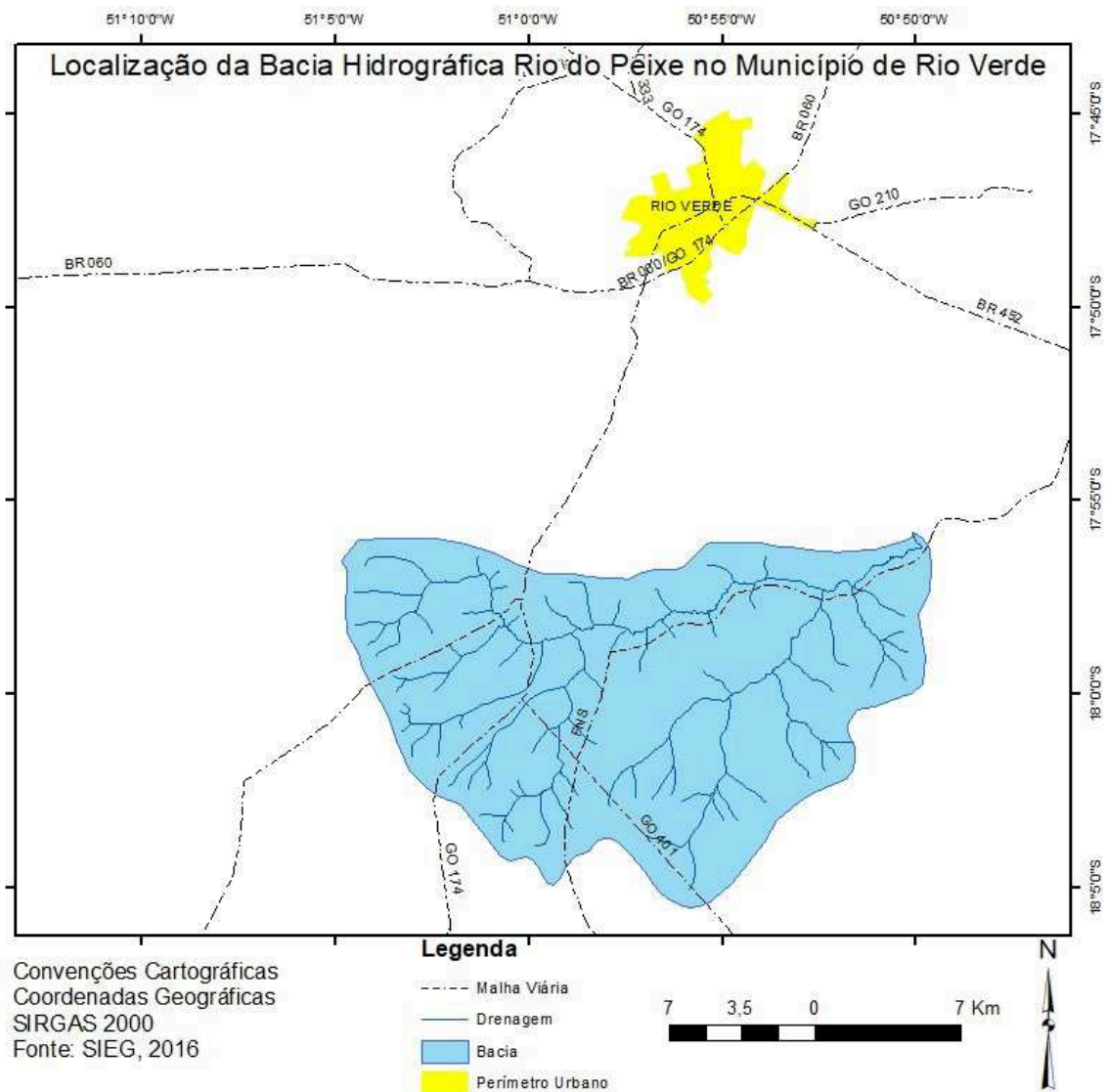
No arcabouço dessa pesquisa foram utilizados como forma de extração de dados comparativos para verificação da possibilidade da degradação ambiental provocada pelo lançamento de DLS no solo de Rio Verde – GO.

2.2 – Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Rio do Peixe está localizada no município de Rio Verde, na região sudoeste do Estado de Goiás, dista-se, aproximadamente, 230km de Goiânia, capital do estado. Possui uma área de 320,79 km² e um perímetro linear corresponde a 78,76 km, seus limites estão inseridos dentro das coordenadas 51°56'57,4"W, 17°55'32,7"S ao norte; 50°55'57,8"W, 18°5'56,5"S ao sul; 50° 49'21,8"W, 17°59'45,8"S ao Leste e 51°4'51,2"W, 17°59'40,4"S ao Oeste (Mapa 1). Sua nascente principal encontra-se a 816 metros de altitude e seu exultório na confluência com o rio São Tomás a 612 metros (SIEG, 2016).

Mapa 2 – Bacia hidrográfica Rio do Peixe: localização no município de Rio Verde

² A Solocria, Laboratório Agropecuário LTDA, possui 25 anos de mercado, realiza diversos tipos de análise do solo, realizamos análises de fertilizantes, corretivos, ração, e análises foliar. Participaram dos programas de controle de qualidade de análises de solo e folhas promovidos respectivamente pela EMBRAPA – SOLOS e pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ).



A bacia hidrográfica do Rio do Peixe, em relação à atividade granjeira possui 12 granjas de suínos e 36 de aves. A bacia está localizada em um raio de 10 km do perímetro urbano da cidade de Rio Verde.

Compõe a bacia hidrográfica do Rio Paraná. O relevo em sua maioria é plano ou suavemente ondulado. E, possui como categoria de solos os Latossolos, Neossolos e Argissolos.

O clima apresenta duas estações bem definidas: uma seca (de maio a outubro) e outra chuvosa (novembro a abril), sendo mesotérmico úmido, com temperaturas amenas

durante o Inverno e calor no Verão e, principalmente, na Primavera. Nas estações Outono-inverno são registradas as menores temperaturas mínimas, podendo variar de 6 °C à 15 °C. A temperatura média anual varia entre 20 °C e 25°C (INMET, 2017). Os maiores níveis pluviométricos ocorrem entre outubro e abril e os menores, de maio a agosto, conforme dados observados da estação 83470 de Rio Verde (GO).

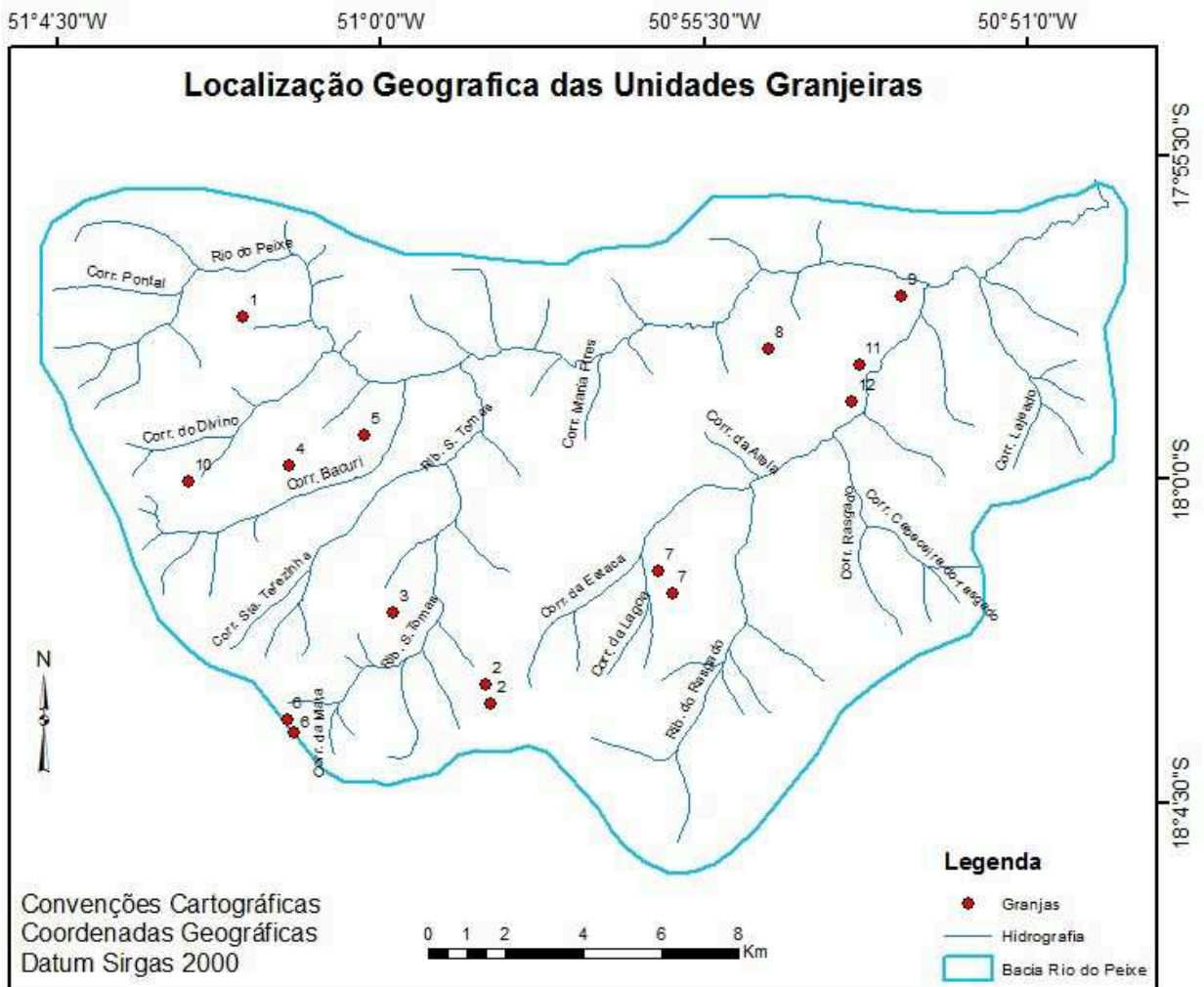
2.3 – Seleção das unidades de produção de suínos.

A agenda de campo iniciou-se com o processo de localização geográfica das unidades de produção granjeira de suínos na bacia do Rio do Peixe, em Rio Verde - GO. Na cadeia produtiva do município, a empresa BRF é a principal processadora dos produtos granjeiros. A empresa possui um cartograma da distribuição espacial das granjas, que foi disponibilizado para identificar, além da distribuição espacial, as áreas de maior concentração.

A seleção das granjas para participar do processo de coleta e análise de amostras deu-se pela proximidade com o centro urbano. A opção foi feita visando a economicidade de tempo e recursos financeiros. O reconhecimento das áreas deu-se por inspeção visual, selecionando-se os pontos, anotando coordenadas, realizando medições e ainda conversando informalmente com produtores e funcionários das granjas

Após o reconhecimento da área foi construído um mapa de identificação das granjas a serem estudadas (Mapa 3). Ao todo foram selecionadas doze granjas de suínos para visita e posterior coleta de solos. Não foi necessária uma visita *in loco* para auxiliar na seleção das granjas, pois a autora, já tinha conhecimento prévio das unidades de produção. Pesou nesse processo de seleção a concentração granjeira e também a menor distância das unidades com o centro urbano de Rio Verde e estar alocadas dentro da bacia do Rio do Peixe.

Mapa 3 – Bacia hidrográfica Rio do Peixe: localização das granjas selecionadas para visitação, 2017



Fonte: SIEG. Org: VIEIRA, A. S., 2017

O mapa de identificação foi construído por técnicas de geoprocessamento utilizadas no Sistema de Informa o Geográfica – SIG, ArcGis   10.1.4. Foi utilizado o software Avenza é, um aplicativo de uso off-line que permite que o usuário se localize no campo a partir de coordenadas previamente demarcadas e inseridas em seu arcabouço. O software também permite o registro de fotos, pontos de interesse e medições em campo, facilitando os registros e armazenando-os em smartphone.

2.4 – Tecnologias empregadas

Nos procedimentos operacionais os esquemas e desenhos apresentados ao longo do texto foram realizados no software Word. O software Excel foi utilizado para a confecção dos quadros e gráficos. As técnicas de geoprocessamento também foram amplamente aplicadas.

O Geoprocessamento é um termo amplo, que engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais. Dentre essas tecnologias, se destacam: o sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, a utilização de Sistemas de Posicionamento Global - GPS e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Ou seja, o SIG é umas das técnicas de geoprocessamento, a mais ampla delas, uma vez que pode englobar todas as demais, mas nem todo o geoprocessamento é um SIG (PINA, 2000).

Assim, de acordo com Miranda (2005), um SIG tem a capacidade funcional para entrada de dados, manuseio, transformação, visualização, combinação, consultas, análises, modelagem e saída. A palavra Informação pressupõe que os dados do SIG estejam organizados para produzir conhecimento útil, na forma de imagens e mapas, estatísticas e gráficos, etc. A palavra geográfica implica conhecimento da localização dos itens de dados, ou que eles possam ser calculados, em termos de coordenadas geográficas (latitude, longitude), (BONHAM-CARTER, 1997).

Também, um SIG pode ser definido a partir de três propriedades: a capacidade de apresentação cartográfica de informações complexas, uma sofisticada base integrada de objetos e de seus atributos ou dados, e um engenho analítico formado por um conjunto de procedimentos e ferramentas de análise espacial (MAGUIRE et al., 1991). A opção por esta tecnologia, busca melhorar a eficiência operacional e permitir uma boa administração das informações estratégicas, tanto para minimizar os custos operacionais quanto para agilizar o processo decisório (SCHOLTEN e LEPPER, 1991).

Portanto, os SIGs são sistemas computacionais, que podem ser usados para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. A sua

capacidade de reunir uma grande quantidade de dados convencionais de expressão espacial, estruturando-os e integrando-os adequadamente, torna-os ferramentas essenciais para a manipulação de informações geográficas. Para estabelecer os locais de visita utilizou-se um SIG na construção do mapa de reconhecimento e identificação geográfica.

O sistema de informação geográfica utilizado para a construção do mapa de localização dos pontos de visitação foi o ArcGis® 10.1.4. O ArcGis é um software de acesso comercial com vasta gama de componentes computacionais que possibilitam o processamento digital de imagens, no georreferenciamento de imagens e demais vetores espaciais e ainda na construção de mapas temáticos.

A seleção da bacia hidrográfica do Rio do Peixe foi realizada pela sua concentração granjeira e ainda pela proximidade com a cidade de Rio Verde. Para delimitar a bacia foi utilizado o SIG ArcGis® 10.1.4 utilizando-se de dados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) para o ano de 2016 obtidos Levantamento Geológico dos Estados Unidos (USGS). Foi realizado com auxílio das ferramentas e plugin *Spatial Analyst Tools* e *Hidrology Modeling*.

Os mapas bases (localização, geológico, classificação de solos, declividade, uso do solo e hidrografia) também foram construídos no software ArcGis® 10.1.4 com imagens fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais (INPE) do satélite CBRES 4 com resolução 30x30.

O reconhecimento da área com análises de seus aspectos físicos (relevo, vegetação, tipos de solos) e aspectos humanos (uso do solo) foi realizado utilizando-se de mapas previamente construídos e ainda percorrendo áreas, registrados dados, medições e coordenadas de interesse. Para tanto, utilizou-se: máquina fotográfica digital marca Nikon®, modelo D90 e ainda o software Avenza®. A identificação do tipo de solo foi de fundamental importância para a determinação da amostragem nos tipos de solos encontrados.

O reconhecimento da localização das granjas foi realizado mediante mapeamento fornecido pela empresa BRF, devido sua associação a esta empresa. No local, foram observados número de galpões, quantidade de animais, manejo dos efluentes. Ainda foi feito o diagnóstico dos locais de lançamento dos efluentes para posterior coleta.

A quantidade de DLS que pode ser aplicada nos solos varia de acordo com sua composição. Ao apresentar o tipo de solo e o número de animais alocados em cada granja bem como a quantidade de DLS produzido, foi possível calcular a suficiência da área disponível para a aplicação do dejetos.

O tipo de solo reage de forma variada a aplicação de cada dos micronutrientes, na bacia do Rio do Peixe, três tipos de solos recebem o DLS. Portanto, para cada tipo de solo foram realizadas análises dos coeficientes de micronutrientes encontrados em locais com aplicação de DLS e em locais de não aplicação.

Para a amostragem de solos utilizou-se o trado holandês em ferro, seguindo as recomendações da EMBRAPA. As amostras foram coletadas em datas diferentes para solos fertirrigados e solos livres de DLS. Para este estudo foram denominados de solos livres os que não receberam DLS.

2.5 - Amostragem dos solos como e sem aplicação de DLS

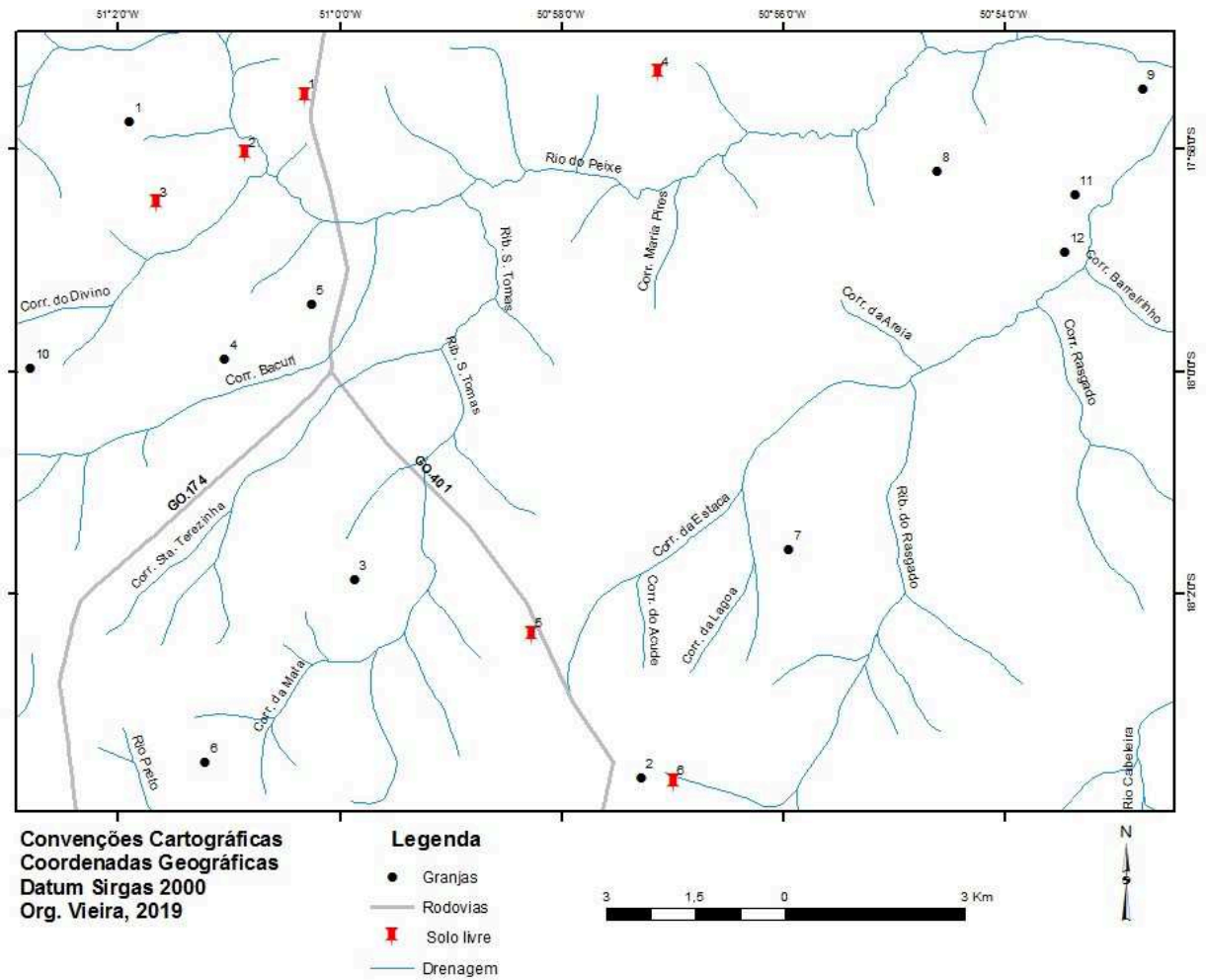
A amostragem de solos livres (sem aplicação de DLS), ocorreu no dia 29 de outubro de 2017, em solo seco sem ocorrência de precipitação por período inferior a seis dias. Isso ocorreu após o reconhecimento da localização das granjas que permitiu a observação de dados da atividade granjeira. Foram observados número de galpões, quantidade de animais, manejo dos efluentes. Ainda foi feito o diagnóstico dos locais de lançamento dos efluentes para posterior coleta. Foram utilizados os parâmetros da EMBRAPA, com relação ao tipo de instrumento, profundidade do perfil e manejo dos utensílios de coleta.

Para os solos livres foram selecionados 6 pontos de coleta, totalizando 18 amostras, em Latossolo. As amostras possuíam perfis diferentes iniciando com a profundidade de 0-20cm, seguindo para 20-40cm e, por fim de 40-60cm. Sendo assim, estabeleceu-se que os pontos de coletas em solos livres observariam a declividade do terreno. Consistindo em um ponto em local de aclave (áreas de topo de relevo) e o outro ponto, em local de declive (áreas de fundo de vale).

Outro critério observado para a coleta das amostras de solos livres foi a proximidade desses solos com as unidades granjeiras estudadas. Procurou-se estabelecer uma área de raio de até 3km (três quilômetros), entre as unidades granjeiras estudadas e os pontos de coletas de solos que ainda não haviam recebido dejetos.

A localização das coordenadas de coleta foi realizada em mapa pelo software ArcGis® e no campo foram inseridas e utilizadas dentro do software Avenza® (Mapa 4).

Mapa 4 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): Localização dos pontos de coleta para solos livres, 2018



Para os solos que que receberam aplicação de DLS, os locais de coleta das amostras obedeceram aos critérios de inclusão:

- glebas com aplicação recente de DLS;
- granjas que praticam a fertirrigação;
- quantidade núcleos para determinar o número de amostras;
- amostras compostas (0-20cm, 20-40cm, 40-60cm) conforme determinação da EMBRAPA (2014).

E de exclusão:

- granjas que não praticam a fertirrigação;
- glebas com fertirrigação mais antiga que a amostrada;
- áreas encharcadas

Para cada galpão de produção, foi selecionado um ponto de amostragem, onde eram realizadas a retirada das amostras de solo, salienta-se que havia unidade granjeira com mais de um galpão.

As amostras foram coletadas nos dias 23 e 24 do mês de setembro do ano de 2017, em Latossolos em 15 pontos distintos, pois 3 granjas possuíam mais de um galpão. As coletas ocorreram em dias sem precipitação e sob o sol, nos seguintes perfis: profundidade de 0-20cm, 20-40cm e, por fim de 40-60cm, totalizando 45 amostras.

Assim, devido a relevância da proporcionalidade, foram coletadas mais amostras nas unidades granjeiras com maior número de núcleos, que é o caso das granjas numeradas como 2, 6 e 7. As granjas foram numeradas para preservar a identidade dos proprietários.

2. 6 - Análises dos dados e construção dos resultados

As 63 amostras coletadas (45 de solos como DLS e 18 sem DLS) foram embaladas individualmente em recipientes plásticos estéreis para garantir que as propriedades do solo não fossem alteradas pela coleta e transporte. Cada amostra continha aproximadamente 300 gramas de solo seco. Elas foram enviadas para análise no laboratório Solocria, localizado na cidade de Goiânia-GO.

Figura 4 – Rio Verde: amostras embaladas e identificadas separadamente, 2017



Fonte: Vieira, A. S, 2017.

No laboratório Solocria, o método utilizado para a extração dos micronutrientes foi a solução de Mehlich-1 (duplo ácido – $\text{H}_2\text{SO}_4 0,0125 \text{ mol dm}^{-3} + \text{HCl } 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$). Esse método é utilizado na maioria dos laboratórios de análise de solo no Brasil devido ser uma recomendação do Ministério da Agricultura por meio do manual de métodos de análises químicas para a avaliação de fertilidade do solo produzido pela EMBRAPA (1998).

Os dados de micronutrientes foram apresentados mg/dm^3 (ppm). A unidade ppm representa o número de partes em massa do constituinte em um milhão de partes de massa da amostra. Como na análise de solo para fins de fertilidade se usa volume e não massa de amostra, é mais adequado expressar o resultado em mg/dm^3 , em vez de ppm.

Após a extração, as análises estatísticas dos níveis de concentração dos micronutrientes: Ferro (Fe), Manganês (Mn), Boro (B), Zinco (Zn) e Cobre (Cu) presentes no solo, foram processadas no programa computacional Excel, criando tabelas e gráficos, a fim de propiciar um panorama comparativo entre solos onde são lançados DLS e solos livres do lançamento de efluentes.

Em relação aos solos livres de dejetos, foi realizada uma média entre os valores para cada perfil de profundidade. Essa média pretendeu sanar alguma variância em relação ao relevo, mesmo porque, os pontos coletados correspondiam a pontos de aclive e declive. Os resultados “c” foram os utilizados para comparações posteriores considerando o perfil de profundidade, dos solos com DLS.

Quadro 2 – Rio Verde, calibração de dados de solos livres, 2017

Ponto de coleta	Perfil de profundidade	Resultados	Média
P1 (aclive)	0-20cm	A	$a+b/2=c$
P2 (declive)		B	

Org. Vieira, A. S

Após os resultados das médias os valores para solos livres, estes foram analisados e comparados com os solos que recebem dejetos, observando os critérios de profundidade.

É importante salientar que a classificação de solo, a declividade do terreno, a hidrografia e demais aspectos físicos utilizados nessa pesquisa estão disponíveis para consulta pública no site do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás – SIEG. As bases de arquivos vetoriais disponibilizadas pelo Estado de Goiás estão em escala de 1:100.000. Os mapas confeccionados a partir desses arquivos embasaram essa pesquisa ambiental.

Logo, a construção dos resultados perpassa por aplicações lógicas e reproduzíveis visando atender os requisitos de uma pesquisa quanti-qualitativa. A partir de estudos para aprofundamento bibliográfico, trabalho de campo, técnicas de geoprocessamento, utilização de softwares de banco de dados simples e análises comparativas, foram configurados os resultados abaixo apresentados.

3 – A ESTRUTURAÇÃO DAS GRANJAS DE SUÍNOS E O MANEJO DOS EFLUENTES EM RIO VERDE – GO.

Nas últimas décadas, o município de Rio Verde no sudoeste goiano ganhou status de município desenvolvido economicamente, sobretudo pelo desenvolvimento e aumento da produção e da produtividade agropecuária, com destaque para atividade granjeira. Por outro lado, o mesmo vem sofrendo pelas grandes perdas ambientais, que gradativamente, vêm corroendo a qualidade e a saúde ambiental do município.

A bacia do Rio do Peixe teve papel central nesse estudo como arcabouço para apresentar a sistemática granjeira do município de Rio Verde e suas questões ambientais podem ser extrapoladas para todo o município.

3.1 – O complexo granjeiro de suínos em Rio Verde

O CAI de carnes no município de Rio Verde tem como peça centralizadora a empresa Brasil Foods – BRF, sendo que os modos de produção granjeira são determinados por esta corporação. A Brasil Foods é uma empresa com um portfólio que inclui marcas consagradas no Brasil e no exterior, como Sadia, Perdigão, Qualy, Chester, Perdix e Paty. Sendo a BRF a sétima maior companhia de alimentos do mundo em valor de mercado e segunda maior abatedora de aves do mundo. Por meio de negócios nos segmentos de carnes (aves e suínos), alimentos processados de carnes, pizzas, massas e vegetais congelados, atende a mais de 120 países, na Europa, na América Latina, no Oriente Médio, na África, na Eurásia e na Ásia. A estrutura operacional é hoje composta de 47 fábricas – sendo 34 de processamento de carnes e 13 da operação descontinuada de lácteos – e 27 centros logísticos no Brasil, além de 10 unidades industriais no exterior (LACERDA JUNIOR, 2011).

No fim de 2014, a BRF acumulou R\$29 bilhões de receita líquida e R\$2,1 bilhões de lucro líquido nas operações continuadas, que não levam em consideração os resultados obtidos com o negócio de lácteos. Tais resultados foram atingidos graças a mudanças, sobretudo nas unidades de produção, realizadas ao longo do ano de 2014, sendo a unidade de Rio Verde-GO, uma das mais produtivas (BRF, 2014).

A BRF teve diversos incentivos para a sua territorialização em Rio Verde, e acabou implementando o agronegócio de carnes por um projeto denominado Buriti. O Projeto Buriti, em Rio Verde, consistiu na implantação de um sistema completo de integração avícola e suinícola, contando com um frigorífico de suínos para 3.500 cabeças/dia; uma fábrica de rações para 60 mil t/mês; e 810 módulos de integração (aves e suínos) (BRF, 2014).

A capacidade interna do complexo Buriti precisava ser fomentada. Portanto foram selecionados produtores de aves e suínos. A seleção dos integrados, do projeto Buriti, partiu da necessidade de proprietários de terras com a capacidade de alocar o projeto técnico padrão que é fornecido pela empresa, com sistemas de alimentação e água automatizados e os galpões climatizados.

Esses integrados tiveram a implantação simultânea da estrutura granjeira promovendo uma homogeneidade, com contratos padronizados reduzindo os custos administrativos, com relação à redução nos custos no processo de integração para a BRF. Com essas facilidades muitos proprietários rurais aderiram ao projeto Buriti como integrados da BRF.

Neste contexto, o cenário de produção de suínos em Rio Verde ficou condicionado principalmente à integração BRF, sendo que 96% dos produtores encontram-se integrados ao sistema. Destes temos um panorama no quadro 1.

Quadro 3– Rio Verde (GO): sistema de produção em granjas, 2015

Sistema de Produção	Integrados	Não-integrados
SPL	35	2
SVT	85	3
SVTR	2	1

Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Rio Verde, 2015.
Organização: Vieira, A. S (2016).

O sistema de produção granjeiro em Rio Verde é organizado em: o SPL que é o Sistema Produtor de Leitões, o SVT que é o Sistema Vertical Terminador, o SVTR que é o Sistema Vertical Terminador de Recria, sendo o SVT e SVTR foco de análise deste estudo.

As granjas possuem projeto padrão sendo que as modificações precisam de aprovação da BRF (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Cada granja pode possuir um ou mais galpões. Lembrando que quanto maior o número de galpões mais espécimes alojados, e mais trabalho para o produtor que cuida do manejo produtivo (LACERDA JUNIOR, 2011).

3.2 - Características naturais e antrópicas da Bacia Hidrográfica

Ao construir uma análise das principais características da bacia em relação as suas peculiares físicas: geologia, tipos de solos, declividade, hidrografia, relevo, e seus componentes antrópicos: uso do solo e localização das granjas, mapeamento dos solos comprometidos pela ocorrência da fertirrigação, obtivemos um diagnóstico da gestão atual da Bacia do Rio do Peixe.

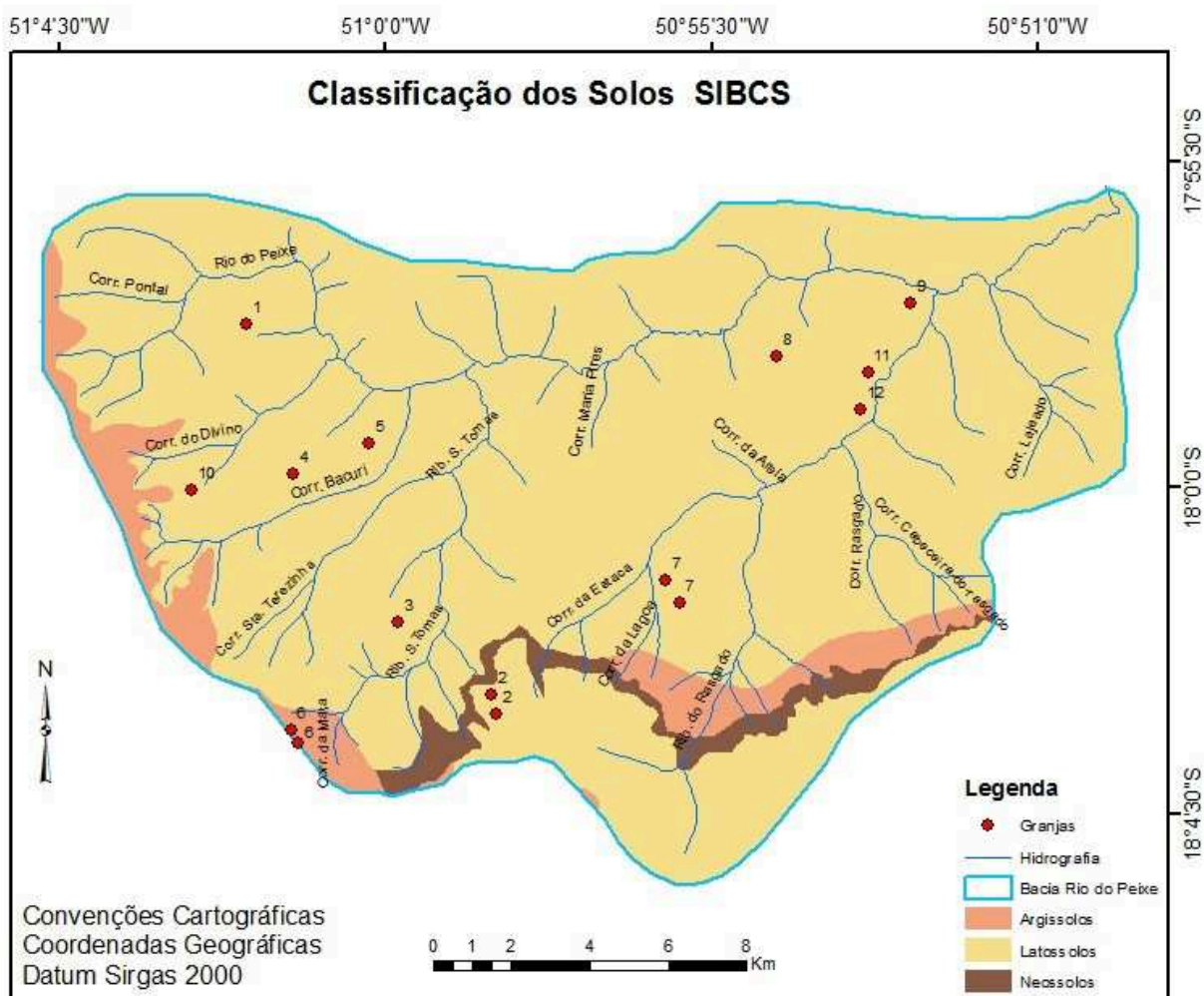
A compreensão das características de uma bacia hidrográfica pode ter diversos usos, desde o intuito de levantar dados para um planejamento bem sucedido de conservação, até a utilização de informações sobre os recursos como indicadores do equilíbrio das interações do meio ambiental. De acordo com Beltrame(1994), o diagnóstico da situação real em que se encontram os recursos naturais em dado espaço geográfico, passa a ser um instrumento necessário em um trabalho de preservação e conservação.

A bacia hidrográfica do Rio do Peixe é bem drenada, possuindo como corpo hídrico principal o Rio do Peixe, com mais 2 ribeirões: Ribeirão do Rasgado e São Tomás; e, 13 córregos: Córrego Pontal, Córrego do Divino, Córrego Bacuri, Córrego Santa Terezinha, Córrego da Mata, Córrego da Estaca, Córrego da Lagoa, Córrego da Areia, Córrego Maria Pires, Córrego Rasgado, Córrego Barreirinho, Córrego Cabeça e Córrego Lageado, vide mapa 3.

O Rio do Peixe é um afluente do Rio São Tomás na Bacia do Rio Paraná. Ocupa uma porção no sudoeste do município de Rio Verde, com aproximadamente 10km da zona urbana desse município.

Entendendo a necessidade de compreender as características físicas da bacia hidrográfica foi criado o mapa de solos. Quanto à classificação brasileira de solos, a bacia apresenta três ordens (categorias) de solos sendo os Latossolos, Neossolos, Argissolos. As granjas de suínos, pertencentes à bacia, estão todas dentro dos solos da ordem Latossolos, porém variando suas subordens, grupos e subgrupos.

Mapa 5 - Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): classificação dos solos



Fonte: SIEG, 2016. Org: Vieira, 2017

As subordens dos solos da bacia hidrográfica do Rio do Peixe são Latossolos, Argissolos e Neossolos, variando conforme suas classes, relevo, textura e fragilidade (SIEG, 2017).

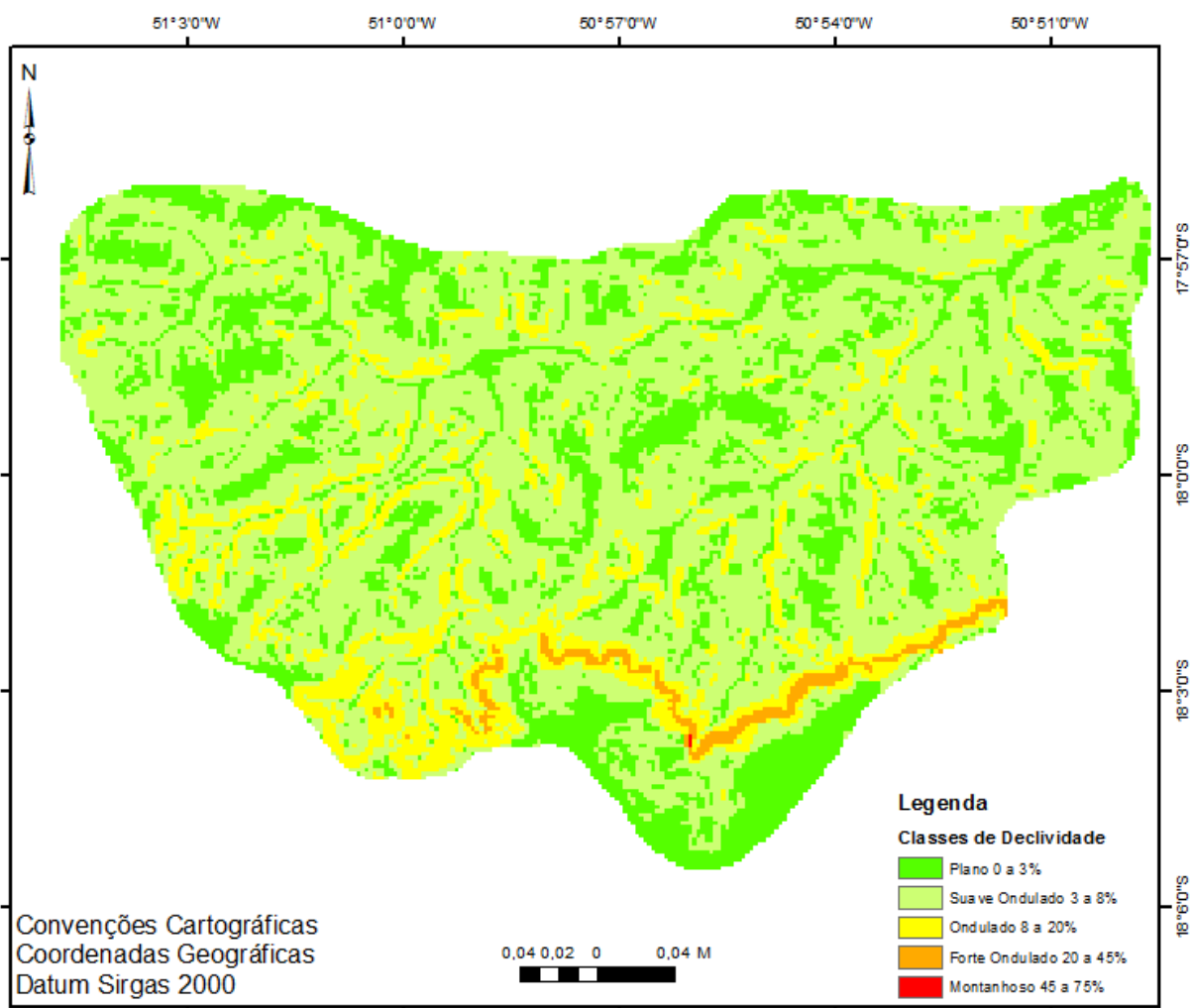
Quadro 4 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): classificação do solo

Categoria	Classe	Relevo	Textura
Latossolos	LEa	Plano, Suavemente ondulado	Média
Latossolos	LVd	Plano, Suavemente ondulado	Argilosa e Muito argilosa
Argissolos	PVd	Suavemente ondulado	Média
Argissolos	PVd	Suavemente ondulado	Média
Latossolos	LRd	Plano, Suavemente ondulado	Argilosa e Muito argilosa
Argissolos	PVd	Suavemente ondulado	Média
Neossolos	Rd	Fortemente ondulado	Média

Fonte: Sieg, 2017 Org: Vieira, 2017

A maior parte do solo concentra-se nas classes de declividade: plano, suavemente ondulado e ondulado. A porção sudoeste da bacia possui um trecho de 20km com o relevo forte ondulado e montanhoso. O relevo da bacia não atinge classe de solo escarpado. A importância em estabelecer classes de relevo com maior ou menor grau de fragilidade está em esclarecer as alterações que devem ser realizadas no uso do solo, adequando os tipos de usos às potencialidades da área (OLIVEIRA et. al. 2008).

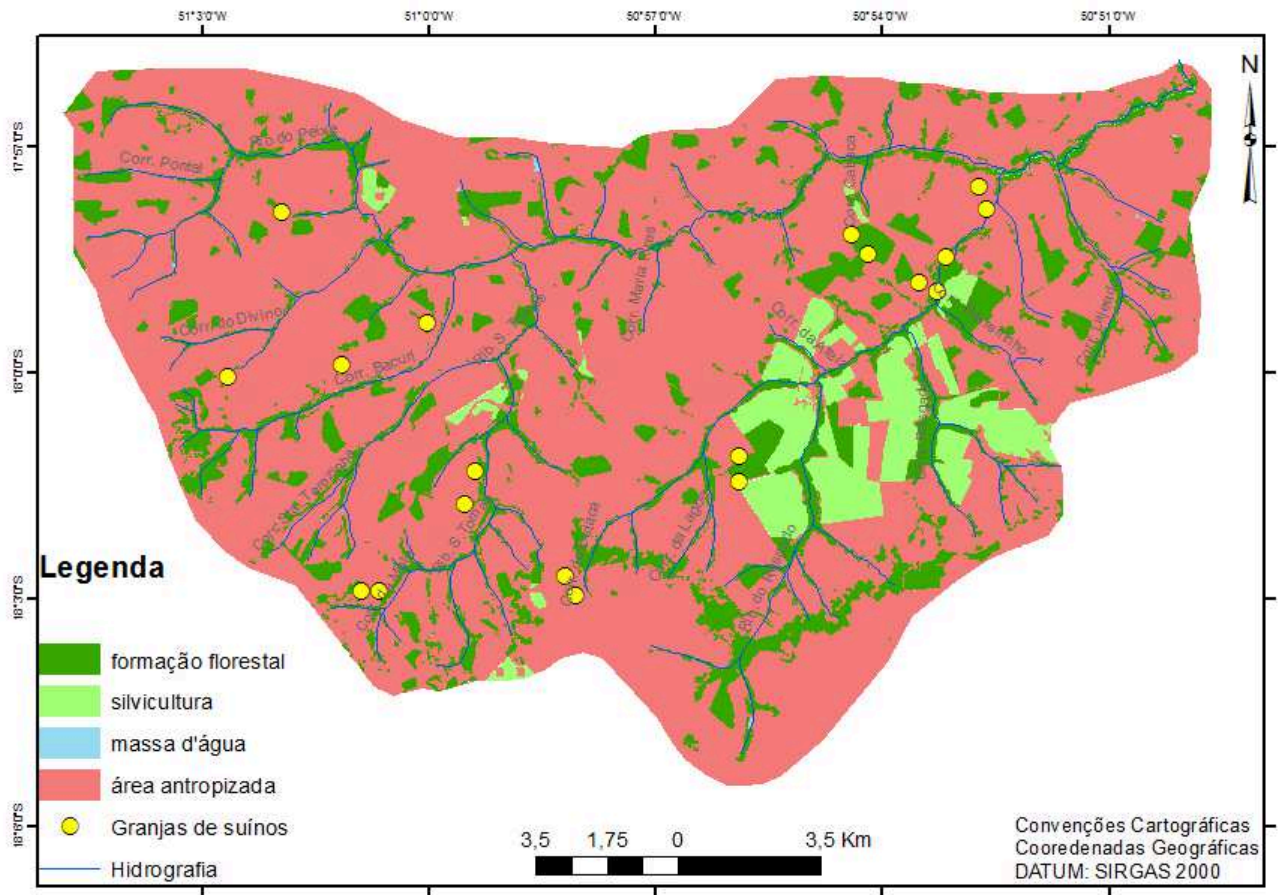
Mapa 6 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): mapa de declividade com suas respectivas classes



Fonte: SIEG, 2017. Org: Vieira, 2017

A declividade de um substrato interfere diretamente em seus processos erosivos juntando se a isso a intensidade da ocupação humana, poderemos obter resultados desastrosos em relação à proteção ao meio. Neste sentido, a ocupação desordenada da terra provoca alterações ambientais modificando as condições da cobertura vegetal, recursos hídricos, dos solos, e ecoando nos recursos hídricos disponíveis.

Mapa 7 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): mapa de uso do solo



Fonte: SIEG, 2017. Org: Vieira, 2017

A área da bacia do Rio do Peixe já se encontra extremamente antropizada, restando apenas às formações vegetações florestais pertencentes a áreas de preservação permanente e reserva legal. É notável a vasta cultura de silvicultura na bacia. As pastagens e culturas diversas foram introduzidas no shape área antropizada.

As granjas de suínos, apesar de estarem inseridas em áreas classificadas como antropizadas podem contribuir significativamente para o aumento da vulnerabilidade do solo nessas áreas, seja pelas lagoas composteiras ou pelo lançamento dos dejetos nos solos.

É tácito que o uso do solo pode intensificar sua fragilidade. Os elementos de produção quando introduzidos no substrato gera antropizações que degradam sua qualidade.

Ademais o lançamento de DSL no solo, é uma técnica que se mal manejada pode trazer uma série de problemas ao meio ambiente e a saúde humana. A aplicação dos

dejetos líquidos de suínos deve ser monitorada a fim de preservar os solos de uma possível saturação por excesso de nutrientes, a fertirrigação é uma prática comum na bacia do Rio do Peixe.

3.3 – Manejo dos dejetos líquidos de suínos nas granjas

As granjas possuem alta produção volumétrica de DLS, quanto mais unidades de suínos alocados maior a geração de efluentes. Apesar dessa proporcionalidade o manejo pode interferir diretamente na quantidade de DLS produzido.

As granjas selecionadas para este estudo possuem dois sistemas básicos de trabalho SVT e o SVTR. Essas produzem 371.700 litros de dejetos por dia, considerando uma produção per capita de 7 litros diários (OLIVEIRA, 1993). As granjas foram numeradas para preservar a identidade do produtor.

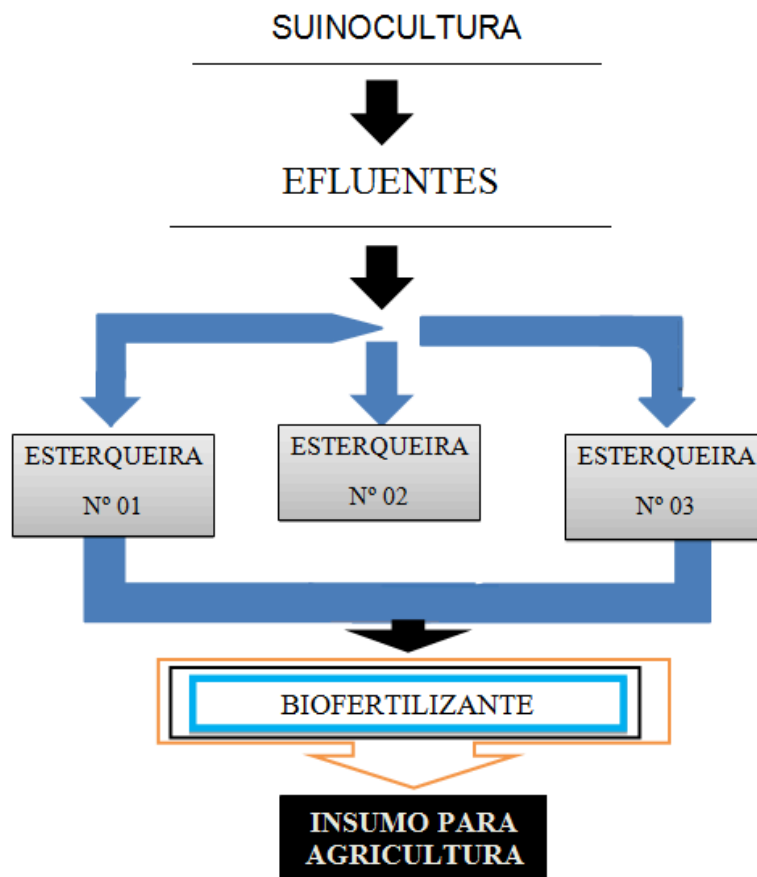
Quadro 5 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): produção de DLS diário, por granjas de suínos, 2017

Granja	Núcleos	Tipo	Animais (cabeça)	Média DLS (litros)
1	1	SVT	4.200	29.400
2	2	SVT	8.400	58.800
3	1	SVT	4.200	29.400
4	1	SVT	4.200	29.400
5	1	SVT	4.200	29.400
6	2	SVT	8.400	58.800
7	2	SVTR	4.400	30.800
8	1	SVTR	4.200	29.400
9	1	SVTR	2.200	15.400
10	1	SVT	4.300	30.100
11	1	SVTR	2.200	15.400
12	1	SVTR	2.200	15.400

Fonte: SMA/Rio Verde, 2017.

As granjas de Rio Verde, que participam do projeto Buriti possuem um manejo padronizado. Os granjeiros seguem as orientações e normatizações de operação instruídas pela BRF. Em relação aos dejetos, o fluxo inicia-se na produção, dentro dos galpões, sendo canalizados até as esterqueiras para fermentação e maturação (Figura 5).

Figura 5 – Rio Verde: esquema de manejo do DLS



Org: Vieira, A. S, 2017.

O caminho dos dejetos produzidos nos galpões é através de canaletas de concreto e canos de PVC até as esterqueiras. No plano de manejo, os dejetos produzidos pelos animais nas instalações são conduzidos por canaletas impermeáveis até a caixa de inspeção, e posteriormente por canos de esgoto (PVC) até as esterqueiras. Os dejetos são conduzidos por gravidade e pressão da água, proveniente do sistema de gotejamento, limpeza, lavagem e desperdício nos bebedouros.

Nesta fase, os efluentes ficam estocados em tanques independentes e incomunicáveis, utilizados intercaladamente: O tanque Nº 01 recebe todos os efluentes das instalações durante 60 dias aproximadamente. Posteriormente, o fluxo é desviado para o tanque Nº 02 que também capta por sua vez efluentes por 60 dias. E por fim o tanque Nº 03 absorve os mesmos por 60 dias, e assim sucessivamente,

retornando para o tanque N° 01, o qual estará seco, pois já sofreu a fermentação e maturação.

Apesar da esterqueira ser considerada um simples local para captação dos efluentes suínos, a vantagem deste sistema está na facilidade de construção desta unidade de armazenamento, e sua eficiência na fermentação dos mesmos para melhor aproveitamento no biodigestor. E, como nesse processo não ocorre a separação de fases, o efluente fica mais concentrado (CHRISTMANN, 1994). As esterqueiras são revestidas com uma manta impermeabilizada – PAD, onde os dejetos contidos nos efluentes sofrem fermentação (por um período mínimo de 60 dias).

As lagoas são projetadas de acordo com o volume de efluentes produzidos em cada núcleo. As esterqueiras são construídas a partir de escavações do solo nas medidas pré-estabelecidas, e com capacidade de armazenamento calculada com uma margem de segurança de 20% sobre a quantidade total de efluentes produzidos. A figura 6 apresenta o modelo de esterqueira para o armazenamento de efluente suíno revestida com manta de PAD 0,8mm, ideal para este fim.

Figura 6– Rio Verde, modelo de esterqueira, 2017

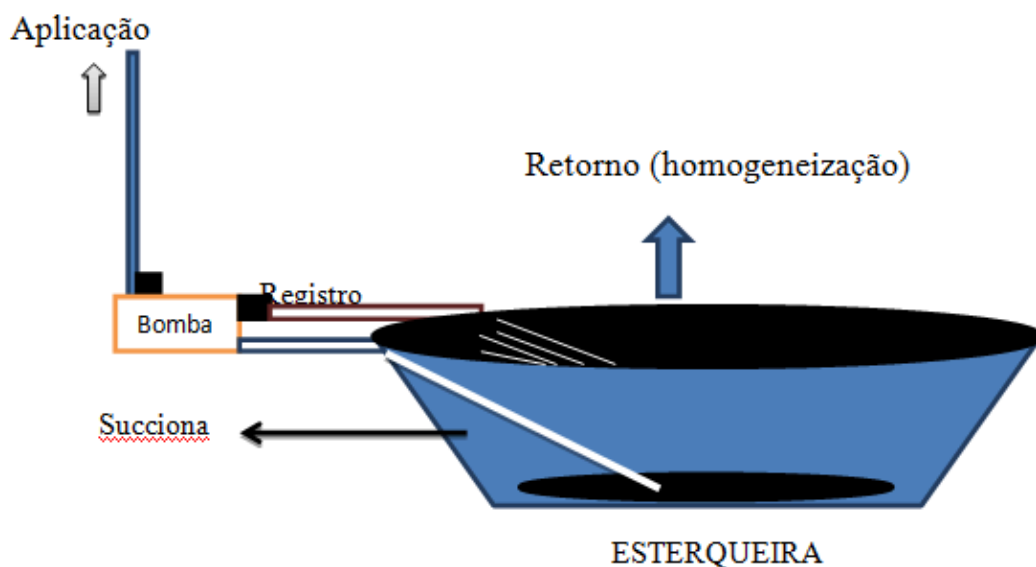


Fonte: Vieira, A. S, 2017.

Cada granja de suínos possui 03 esterqueiras com a capacidade para estocar todos os dejetos por um período de 180 dias. E, além das lagoas também é utilizado o sistema de biodigestor. Esse sistema propicia a produção de energia utilizando uma campânula para coleta ao gás produzido. Após o processo de fermentação e biodigestão, o DLS é destinado às lavouras.

Para o uso do DLS é necessário fazer uma homogeneização do material (Figura 7) antes da distribuição, evitando desta forma que a parte sólida fique decantada no fundo da lagoa (EMBRAPA, 2003). A homogeneização é feita com equipamento próprio, que também é utilizado para a condução dos efluentes até o local desejado. Este equipamento possui uma bomba que succiona os dejetos decantados no fundo e os projeta na superfície.

Figura 7 – Rio Verde: esquema de homogeneização dos dejetos, 2017



Fonte: Vieira, A. S, 2017.

Após este processo de homogeneização, o DLS é transportado e posteriormente aspergido nas culturas por sistemas de irrigação. Destaca-se no município de Rio Verde a aspersão realizada por tanques mecanizados como sistema de distribuição de dejetos. Esses tanques para transporte e distribuição tratorizados são fabricados

especificamente para este fim (Figura 8). Salienta-se que este é um sistema que se adapta às pequenas distâncias e menores volumes (áreas com até 30 ha), como é o caso da maioria das unidades granjeiras em Rio Verde.

Figura 8 – Rio Verde: tanques para transporte e distribuição de dejetos, 2017



Fonte: Vieira, A. S, 2017.

Sobre a aspersão dos dejetos, deve-se levar em consideração o período climático ideal para a dispersão dos mesmos, que são os meses de estiagem, para evitar uma diluição e percolação em camadas mais profundas do solo. Durante as excursões em campo, foi observada que essa prática não é a realidade da maioria das unidades granjeiras visitadas. Nos dias de visitação e posteriormente de coleta das amostras de solo, muitos produtores estavam iniciando o processo de aspersão, o que impossibilitaria, pelo volume observado, o fim do lançamento do DLS, antes da chegada das chuvas.

O lançamento de efluentes no solo marca o fim do processo que lida com os efluentes na unidade granjeira, que pode ser lançado em culturas anuais e perenes. Destaca-se que a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solos agrícolas é a destinação final recomendada para o licenciamento ambiental da atividade suinícola em Rio Verde, conforme preconiza a EMBRAPA.

3.4 – Aplicação do DLS no solo

O manejo adequado do DLS deve estabelecer princípios estruturais com intuito de um bom aproveitamento dos nutrientes nele presente, e ainda evitar a degradação ambiental. As águas residuais de suínos precisam de uma destinação. O lançamento desses dejetos no solo possui uma regulação, passando primeiro pelo tratamento e prosseguindo até a sua correta dispensação. O lançamento desses dejetos no solo não deve ser realizado apenas como uma forma de “livrar-se dos efluentes”.

Tecnologias para uma dieta balanceada, manuseio adequado do rebanho, melhorias no sistema de dessedentação e higiene, são alternativas para que o lançamento de DLS seja benéfico, dirimindo os processos de degradação ambiental.

Assim, para que os nutrientes do DLS sejam aproveitados deve existir na unidade granjeira uma estratégia adequada, tanto para aproveitar as benezes quanto para proteger o ambiente da contaminação. A distribuição dos dejetos em sistemas de irrigação deve ser realizada com bombas especiais para conduzir os dejetos de forma integral ou diluídos em água (duas partes de água para uma de dejetos), até o local desejado de tubulações e aspersores nas suas extremidades.

Salienta-se que os sistemas confinados, base da expansão suinícola, contribuíram para a adoção do manejo de dejetos na forma líquida, o que se tornou um agravante para os problemas de captação, armazenagem, tratamento transporte e distribuição de dejetos. Conseqüentemente, a capacidade poluidora da suinocultura foi intensificada, sendo necessário o manejo de seus resíduos (ITO et al., 2016).

É necessário considerar que o balanço de nutrientes lançados no solo, deve ser proporcional aos consumidos pela planta como é preconizado pelo processo de fertilização. Para a aplicação dos dejetos de suínos nos solos, a EMBRAPA recomenda a realização de análises do solo, análises dos nutrientes disponíveis nos dejetos e determinação da cultura a ser cultivada, com vistas a estabelecer a dosagem a ser aplicada no solo, obedecendo às exigências de adubação das culturas envolvidas no plantio onde ocorrerá o lançamento do DLS.

O produtor é responsável por enviar a secretaria de meio ambiente, anualmente, um comparativo das análises de solo onde ocorre a aplicação de DLS. No entanto, em Rio Verde, a BRF é a responsável pelo licenciamento e renovações das licenças da atividade granjeira. Tudo é concentrado na estrutura da Brasil *Foods*. E, ao dialogar com os granjeiros, estes salientam que em dezoito anos de aplicação de DLS, início do projeto Buriti, não foram coletadas amostras de solos em suas propriedades, apesar de pagarem por esse serviço anualmente.

O dejetos líquido deverá ter seu destino adequado de acordo com o sistema de tratamento utilizado. No caso de distribuição na propriedade (adubação de cultivares), faz-se importante cumprir as recomendações agrônômicas de cada cultura (soja, milho, sorgo, etc.) e os limites para distribuição do esterco ($m^3/ha/ano$) estabelecidos pela legislação ambiental.

A partir desses limites de lançamento a EMBRAPA (2003), estabelece uma fórmula para o lançamento de DLS no solo:

$$U \times 7L \times 365 D / 180m^3 = Y$$

Onde U é a unidade de leitão de engorda;

L representa dejetos em litros;

D são dias;

Y é valorado em hectares por ano.

A exemplo disso, uma granja com 4200 leitões de engorda x 7 litros de dejetos cada leitão x 365 dias do ano = 10.731.000 litros. Transformando em metros cúbicos temos

10.731m³. Dividindo por 180 metros cúbicos = 59,61 em hectares por ano. Então o produtor rural necessita de 59/ha/ano de área agrícola para o lançamento dos dejetos de uma granja com 4200 leitões.

No momento do licenciamento, o produtor deve cadastrar essa área que será utilizada para o lançamento dos dejetos. A liberação da licença só ocorre mediante comprovação pelo requerente da existência de área agrícola ou de pastagem suficiente para a disposição do volume de dejetos que será gerado na unidade produção. O requerente da licença deve averbar escrituras de terras (próprias ou de terceiros) onde serão aplicados os resíduos.

Porém, como já foi destacado anteriormente o sistema de distribuição por tanques mecanizados, que é o mais utilizado na região, tem melhor eficiência para a metade dessa área (30ha). Estabelece-se um impasse, a maioria das áreas cadastradas são para 2400 suínos, necessitando de 59 h para distribuição correta dos dejetos. Logo, apesar das áreas estarem cadastradas desde o momento do processo de licenciamento, nem sempre são utilizadas integralmente, gerando sobrecarga às áreas mais próximas da unidade industrial granjeira, pois o pecuarista evita onerar a produção com gastos na distribuição dos dejetos.

Além disso, mais um empecilho é gerado quando o proprietário da área cadastrada difere do proprietário da granja. Os valores para transporte e distribuição dos dejetos são altos e, nem sempre o proprietário da granja quer ou pode custear, ficando a cargo do proprietário da gleba cadastrada. Quando o proprietário da gleba cadastrada vislumbra as despesas, geralmente, perde o interesse em utilizar os nutrientes do DLS, encarcerando-o em uma área inferior à cadastrada para o lançamento.

Entre os problemas da aplicação dos dejetos como fertilizantes de solos Scherer et al, (1996) salienta que o tamanho médio das propriedades nas regiões produtoras de suínos não comporta o volume de efluentes gerados, acarretando em aplicações simultâneas, nas mesmas áreas, bem acima da capacidade de ciclar do solo.

De acordo com Gatiboni et al (2014), a desvantagem em utilizar os dejetos de animais em relação aos fertilizantes solúveis industrializados é a dificuldade de ajuste da dosagem. A quantidade de nutrientes necessários é variável pela necessidade da cultura, enquanto que o fornecimento dos nutrientes pelo DLS é fixo. Nos fertilizantes industrializados pode-se escolher dezenas de formulações, variando as concentrações e proporções de acordo com a necessidade da cultura, entretanto, isso não é possível com o uso do dejetos.

Portanto, salienta-se a importância de estudos que visem propiciar limites críticos para cada tipo de nutriente a ser lançado nos solos, dando uma margem de segurança para que a fertilização não se transforme em degradação ambiental.

3.5 – Coleta das amostras de solos com aplicação de DLS e resultados laboratoriais

As coletas das amostras de solos ocorreram nos dias 23 e 24 do mês de setembro do ano de 2017. A partir dos critérios de inclusão e exclusão definidos na metodologia, foram definidos os pontos de amostragem dos solos com lançamento de dejetos, conforme exemplificado no Mapa 8. De cada ponto de coordenada coletou-se três amostras conforme perfil de profundidade. Nas granjas 2,6 e 7, dois pontos, pela quantidade de núcleos que estas granjas possuem.

Mapa 8 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): exemplo de localização dos pontos amostrados em solos com DLS, 2017.



Fonte: SIEG, 2016. Org: Vieira, 2017

Ao fim da coleta as informações de campo foram tabuladas e concentradas no Quadro 6.

Quadro 6 – Rio Verde: locais de coleta de amostras de solos com lançamento de DLS, 2017

Ponto	Coordenada da amostra	Temporal aplicação** do DLS	Cultura
1	17°57'39,3" S e 51°01'23,7" W	15 dias	Milho, sorgo*
2	A - 18°03'17,6" S e 50°57'34,8" W	90 dias	Milho*

	B - 18°03'28,1" S e 50°58'18,9"W	3 dias	Pasto
3	18° 01'52,2"S e 50°59'56,04" W	3 dias	Pasto
4	17°59'59,1"S e 51°01'06,9" W	3 dias	Pasto
5	17°59'27,9" S e 51°00'15,4"W	15 dias	Milho*
6	A - 18°03'29,6" S e 51°01'16,6" W	30 dias	Pasto
	B - 18°03'31,4" S e 51°01'18,1" W	45 dias	Pasto
7	A - 18°01'49,7" S e 50°55'54,8" W	360 dias	Pasto
	B - 18°01'47,7" S e 50°55'55,8" W	360 dias	Pasto
8	17°58'04,9" S e 50°54'39,6" W	60 dias	Milho*
9	17°57'23,6" S e 50°52'47,5" W	90 dias	Milho*
10	17°59'51,8" S e 51°03'06" W	90 dias	Pasto
11	17°58'29,3" S e 50°53'25,6" W	90 dias	Milho*
12	17°58'52,5" S e 50°53'20,5" W	3 dias	Pasto
*Plantio Direto		**informado pelo granjeiro	

Org: Vieira, A.S, 2017.

Os resultados das amostras de solos, obtidos nesses pontos de coordenadas, serviram a dois principais propósitos neste estudo: comparação com resultados de amostras de solos livres de dejetos e os valores de referência de qualidade do solo da resolução CONAMA 420/2009.

É evidente que o DLS requer um local para descarte, porém, este local precisa ser gerido de forma adequada, evitando a contaminação seja da água ou solo. Nesse sentido, as amostras obtidas em campo, dos solos livres de dejetos tem a função de criar um *background* para as análises das amostras de solos com lançamento de DLS. Ou seja, neste estudo intencionou-se criar parâmetros para as análises do solo com lançamento de efluentes, evidenciando que os solos livres possuem uma composição de micronutrientes diferentes que os solos com dejetos.

4 – RESULTADOS AMOSTRAIS E A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DOS SOLOS EM RIO VERDE – GO.

Este capítulo se destina às análises comparativas dos valores de micronutrientes encontrados em solos livres do lançamento de DLS e de solos com dejetos. Não obstante, a fim de demonstrar a importância da legislação ambiental brasileira, foi

realizada uma acareação dos dados das amostras que receberam dejetos e os valores orientadores apresentados na resolução CONAMA 420/2009. Por sua vez, os gráficos e tabelas gerados tiveram a intenção de mostrar as modificações realizadas pelo lançamento do DLS no solo e os riscos para a saúde e para o meio ambiente decorrentes.

4.1 – Amostras de solos livres e com aplicação de DSL

Como já destacado na metodologia, as coletas de solos livres de dejetos forma realizadas no período de estiagem. Foram coletadas 18 amostras de solos livres. Sendo seis pontos e em 3 níveis de profundidade. Os locais de coleta foram selecionados observando a proximidade com as unidades granjeiras em estudo. A declividade também foi considerada, sendo um monte em um local de aclave do terreno e outro em local de declive, sendo esse último próximo a um curso hídrico.

Esses resultados foram utilizados nessa pesquisa como basilares para os coeficientes dos micronutrientes estudados. A finalidade de criar uma base comparativa para os micronutrientes foi a ausência dos VRQ's no Estado de Goiás. Nesse contexto, o caminho seguido foi a comparação dos resultados das análises dos solos livres com os resultados dos solos que receberam DLS. Cabe destacar que os solos do município de Rio Verde, destinados a receber efluentes suinícolas, são utilizados para essa prática há aproximadamente dezoito anos, com a implantação do projeto Buriti.

Quadro 7 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): resultado das amostras de solos livres de dejetos em mg/dm³, 2017

<i>Micronutrientes - mg/dm³ (ppm)</i>								
<i>Amostra</i>	Profundidade	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	B
<i>P₁</i>	0-20 cm	3,4	7	1,8	0,23	1,4	42,7	35,9
	20-40cm	4,6	5,6	1,9	0,14	1,5	43,1	29,9
	40-60cm	5	5,2	1,7	0,14	1,5	39,8	33,9
<i>P₂</i>	0-20 cm	2,5	4,2	1,4	0,14	2,8	44,6	26,1
	20-40cm	4	4,8	1	0,08	3,1	38,8	23,3
	40-60cm	2,8	4,7	0,9	0,19	3,1	40,7	24,2
<i>P₃</i>	0-20 cm	1,2	4,7	0,3	0,19	1,2	51	21,2
	20-40cm	2	4,5	0,8	0,19	0,8	42,3	21,8
	40-60cm	3,4	4,3	1,8	0,23	0,6	42,8	23,6

P_4	0-20 cm	5	3,7	0,2	0,08	1,2	45,4	15,5
	20-40cm	6,4	3,8	0,2	0,04	1,4	45,4	12,1
	40-60cm	3,4	3,8	0,2	0,23	0,8	37,2	8,3
P_5	0-20 cm	3,4	5,5	3,6	0,23	0,7	62,9	13,1
	20-40cm	6,4	6,5	2,9	0,28	0,5	81,1	14,5
	40-60cm	2	6,7	2,4	0,19	0,8	72,1	18,1
P_6	0-20 cm	2,8	4,9	0,4	0,08	1,1	77,8	6,2
	20-40cm	5	5	0,4	0,23	0,9	42,9	4,2
	40-60cm	3	3,5	1,9	0,19	0,7	35,7	2,8

Org: Vieira, A.S, 2017.

As coletas em solos com aplicação de DLS foram realizadas em dois dias, devido à quantidade de pontos amostrados. Os resultados recebidos do laboratório contratado, foram tabulados e estão dispostos no Quadro 8, para posterior análise comparativa:

Quadro 8– Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): resultados amostrais dos micronutrientes em solos com aplicação de DLS, 2017

<i>Micronutrientes - mg/dm³ (ppm)</i>							
<i>Franja</i>	Amostra	Profundidade	Cu	Fe	Mn	Zn	B
1	1	0-20 cm	3,3	99,1	11,6	8,1	0,48
	2	20-40 cm	3,5	83,2	8,7	8,3	0,53
	3	40-60 cm	1,7	95,8	6,7	4,4	0,33
2	1	0-20 cm	0,3	63,5	27,3	3,9	0,4
	2	20-40 cm	0,3	61,6	25,9	4,2	0,4
	3	40-60 cm	0,2	51,3	34,7	1,3	0,3
	4	0-20 cm	3,5	67,1	31,0	15,7	0,4
	5	20-40 cm	2,1	66,3	22,8	9,0	0,3
	6	40-60 cm	2,0	65,1	18,8	7,7	0,3
3	1	0-20 cm	1,5	49,8	66,9	3,4	0,19
	2	20-40 cm	1,3	48,7	71	1,7	0,23
	3	40-60 cm	0,9	62,4	59,8	1,2	0,08
4	1	0-20 cm	5,1	111	34	9,2	0,23
	2	20-40 cm	4,4	113	22,5	7,3	0,23
	3	40-60cm	3,7	97,2	21,6	5,2	0,19
5	1	0-20 cm	14,6	113	33,1	26,7	0,63
	2	20-40 cm	15	133	30,2	24,5	0,58
	3	40-60cm	9,2	179	13,1	21,4	0,48

6	1	0-20 cm	9,9	162	37,9	38,4	1,25
	2	20-40 cm	7,6	152	26,9	21,8	0,69
	3	40-60cm	7,1	129	20,9	12,4	0,58
	1	0-20 cm	8,9	101	70,4	64,3	0,96
	2	20-40cm	7,2	95	56,5	42,8	0,69
	3	40-60cm	2,3	90	30,8	23	0,58
7	1	0-20 cm	2,6	118	99,4	37,6	0,58
	2	20-40 cm	2,2	116	37,3	13	0,43
	3	40-60 cm	1,4	127	20,9	6,3	0,14
	4	0-20 cm	1,1	110	56,7	20,8	0,69
	5	20-40 cm	0,5	107	30,2	10,8	0,48
	6	40-60 cm	4	84	13,7	4,7	0,53
8	1	0-20 cm	4,6	96,1	11,6	13	0,69
	2	20-40 cm	2,6	99	17,3	14,5	0,9
	3	40-60 cm	3,2	89,3	9,1	7,4	0,58
9	1	0-20 cm	2	90,1	29,6	5,4	0,28
	2	20-40 cm	2,3	89,9	30,6	7,7	0,19
	3	40-60 cm	12,5	89,8	21	4,3	0,23
10	1	0-20 cm	2,5	850	34,6	9,5	0,74
	2	20-40 cm	2,1	750	37	8,9	0,74
	3	40-60 cm	4,4	800	34,8	8,7	0,84
11	1	0-20 cm	3,7	97,3	33,5	5,5	0,37
	2	20-40 cm	2,9	73,8	18,6	1,6	0,23
	3	40-60 cm	7,4	70,4	15,3	1,2	0,14

Org: Vieira, A.S, 2017.

4.2 – Comparativos amostrais de solos com aplicação de DLS e os valores orientados por resolução nacional e paulista.

Os valores de referência de qualidade do solo, preconizados na resolução CONAMA 420/2009, devem ser definidos por cada Estado. A finalidade é possibilitar a prevenção de contaminação e a da funcionalidade do solo.

Neste sentido, o gerenciamento de áreas contaminadas por substâncias derivadas das atividades antrópicas, deve ser realizado pelo que estabelece essa resolução, protegendo o solo de forma preventiva para garantir sua funcionalidade e, quando necessário de forma corretiva, visando restaurar sua qualidade ou recuperação em usos previstos.

A avaliação da qualidade de solo, quanto à presença de substâncias químicas, deve ser efetuada com base nos VRQ. É importante salientar que o Estado de Goiás ainda não possui legislação própria sobre estes valores, o que força essa pesquisa a utilizar valores de outros Estados e do país. Convém argumentar que os valores em âmbito nacional são mais generalistas, pois têm a função de estabelecer limites preventivos e não de qualidade do solo, deixando os valores de qualidade a cargo dos Estados.

Os valores prevenção (VP) nacionais estão listados tendo indicações para níveis onde deve iniciar a prevenção ou a investigação dos solos. Os elementos Boro, Ferro e Manganês não constam na listagem dos VP. Entretanto, pelo fato desses micronutrientes estarem presentes em grande quantidade nas rações dos suínos e, conseqüentemente nos efluentes lançados no solo, eles foram incluídos como objeto de pesquisa neste estudo. A eles foram somados também o Cobre e o Zinco, cujo valores de prevenção são exibidos:

- Cobre (Cu) 60 mg/kg
- Zinco (Zn) 300 mg/kg

Nos valores de referência de qualidade do solo da CETESB, os elementos Boro, Ferro e Manganês não constam na listagem, apesar de previsivelmente, os VRQ da CETESB para metais pesados, serem mais restritivos:

- Cobre (Cu) 35 mg/kg
- Zinco (Zn) 60 mg/kg

Após coleta e análise das amostras dos solos, os níveis de metais pesados encontrados no município de Rio Verde comparados com os limites de qualidade da

CETESB, e os marcos de prevenção da resolução CONAMA 420/2009 demonstraram os seguintes indicadores (Quadro 9):

Quadro 9 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): resultados das amostras de solo com aplicação de DLS – metais pesados, 2017

Metais	VP CONAMA ³	VRQ CETESB	P1	P2 A	P2 B	P3	P4	P5	P6 A	P6 B	P7 A	P7 B	P8	P9	P10	P11	P12
Cu (mg/dm ³)	60	35	3,3	0,3	3,5	1,5	5,1	14,6	9,9	8,9	2,6	1,1	4,6	2,0	2,5	3,7	7,9
Zn (mg/dm ³)	300	60	8,1	3,9	15,5	3,4	9,2	26,7	38,4	64,3	37,6	20,8	13	5,4	9,5	5,5	25,2

Org. .Vieira, A. S,2018.

Os resultados apresentados correspondem ao perfil de 0-20cm de profundidade, conforme preconiza a resolução CONAMA. No ponto P6B, nas coordenadas 18°03'31,4" S e 51°01'18,1" W, os valores para Zn ultrapassam os VRQ da CETESB, indicando que os níveis de qualidade para Zn, no ponto em questão, estão em desacordo com a normativa legal.

Os valores definidos pela resolução CONAMA 420/2009 são para prevenção e não de qualidade do solo. Portanto, apesar das alterações nos níveis de concentração dos microelementos do solo, tais volumes não superam os VP nacionais. É importante salientar que até o ano de 2018 o Estado de Goiás ainda não havia produzido a tabela constante dos valores de referência de qualidade de solo.

4.3 – Comportamento dos micronutrientes no solo

A percolação de micronutrientes lançados no solo gera significativas alterações ambientais pela sua capacidade de alterar os níveis desses nutrientes no substrato pedológico. Essas alterações sofridas pelo ambiente, em relação a acumulação e possível saturação com micronutrientes no solo, pode prejudicar diretamente sua fertilidade, além de gerar contaminação principalmente por parte dos metais pesados como o Cu e Zn.

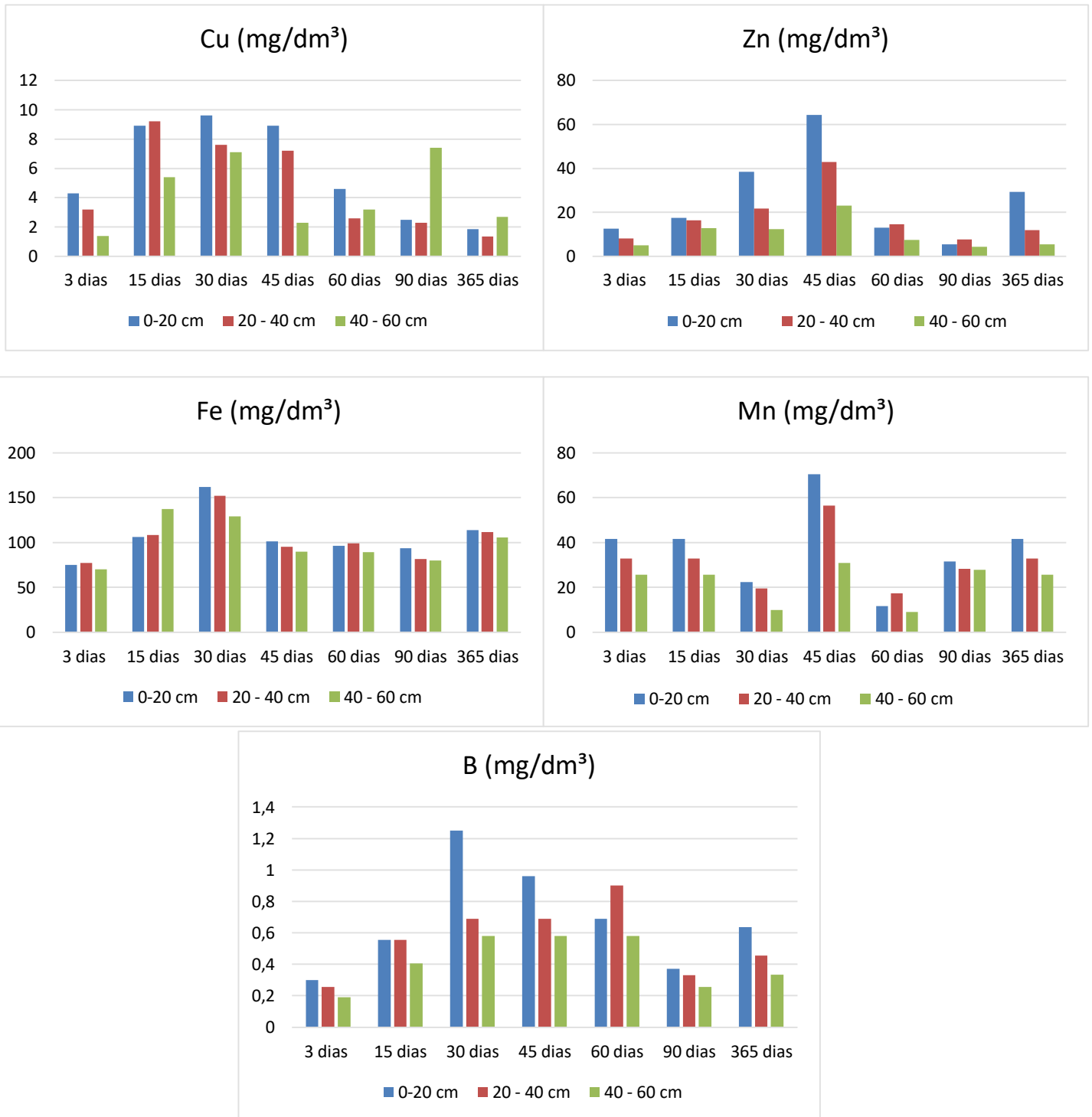
³ Valores para pesquisas preventivas.

Durante a organização dos dados, ao subtrair as informações sobre a data de lançamento do DLS no solo, foi possível verificar uma nítida diferenciação na presença dos micronutrientes no solo. Isso foi alcançado pelo fato de a coleta ter sido realizada em três perfis de profundidade, cujo resultado apontou para níveis de percolação diferente dos nutrientes lançados no solo. Esses dados indicam uma possível contaminação por nutrientes das estruturas dos solos e também das águas subterrâneas.

Com o fator tempo de lançamento identificado nas amostras de solos foi possível perceber a dinâmica de translocação dos elementos no solo. A irrigação com as águas residuárias da suinocultura no local analisado, está carregada de micronutrientes, os quais elevam-se por meio da capilaridade no momento da evaporação, possibilitando a translocação dos elementos químicos dissolvidos na água dentro dos perfis, como pode ser observado no gráfico. (Gráfico 1)

As coletas de amostras de solo foram realizadas em período seco. As análises apresentam que, durante os meses de estiagem, logo após a irrigação, os resíduos dissolvidos na água, infiltram-se rapidamente no solo. Isso pode ser verificado com as análises da concentração dos elementos químicos no perfil de 0-20cm após 3 dias da irrigação. Esse perfil do solo, em após 3 dias da irrigação, em todas as amostras analisadas, sempre indicaram uma menor retenção de nutrientes, quando comparada às amostras de coletas ocorridas após 15 dias da última irrigação.

Gráfico 1 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): movimento dos microelementos no solo,



2017

Org: Vieira, A. S, 2018.

Esse quadro sugere uma ascensão vertical de nutrientes por capilaridade, incentivado pelo aquecimento das camadas superficiais do solo. O Cu, Zn e B apresentaram esse comportamento padrão, diferenciando apenas na concentração desses elementos.

No horizonte de 0-20cm, foi verificada uma permanência desses elementos, por aproximadamente, 30 dias, indo do 15º ao 45º dia após a irrigação com DLS. Após esse período, nota-se uma redução gradativa na concentração desses elementos, observada nas análises das amostras coletadas após 90 dias da irrigação.

Ao final, quando passados 365 dias, nota-se novamente uma tendência no aumento da concentração dos nutrientes analisados nas camadas superficiais (0 - 20cm). Essa dinâmica pode estar relacionada ao fato de ter ocorrido o intervalo da estação chuvosa, que tende a contribuir, pelo volume de água precipitada, a um processo de lixiviação, sendo a ascensão dos elementos verificados nos gráficos, atribuída aos resíduos dos elementos químicos presentes no solo, que resistiram ao processo de lixiviação.

De acordo com Luna et al. (2013), na estação seca, a dinâmica dos elementos das águas residuárias de suínos é determinada pelos processos de evaporação e de fluxo inversão da água no solo, enquanto que na estação chuvosa se dá pelo processo de lixiviação, quando são translocados ao longo do perfil do solo.

Em relação ao Fe presente nos DLS irrigados no solo, as análises das amostras apontam para uma menor variação na concentração desses elementos ao longo do período analisado, quando comparado ao Cu, Zn e B.

As análises do Fe após 15 dias da irrigação apontam um ligeiro aumento na concentração desse elemento na superfície. Chegando a seu auge 30 dias após o manejo do solo com dejetos suínos. Após esse período, observa-se uma leve redução nessa concentração, passando a manter concentração similar entre 45 e 90 dias após a irrigação. Nos dados de 365, observa-se novamente um aumento na concentração de Fe nas camadas superficiais, que também pode estar relacionada a dissolução e translocação desse elemento para as camadas superficiais do solo via capilaridade.

Corroborando com os dados encontrados para o elemento Fe nos solos de Rio Verde, diversos estudos (CERETTA et al., 2003; ADELI et al., 2008; SCHERER et al., 2010;

GUARDINI et al., 2012; LOURENZI et al., 2013), salientam que aplicações frequentes de dejetos em uma mesma área, especialmente em solos sob sistema plantio direto, causam acúmulo de nutrientes, nas camadas superficiais do solo.

Sobre o Mn, a concentração no solo após a irrigação, manteve-se constante após os primeiros 15 dias. Após esse período, nos 30 dias observou-se uma redução na sua concentração. Nas amostras de 45 dias, a concentração do mesmo aumenta nas camadas superficiais, voltando a cair nas amostras de 60 dias. Nos dados coletados de 90 e 365 dias, o Mn volta a uma concentração próxima ao dos primeiros 15 dias.

De acordo com BRUNETTO et al., 2012, o lançamento de DLS nos solos causa aumento dos teores de K, Ca e Mg trocáveis no solo, elevação do pH e complexação de Al^{3+} , em função de sua adsorção aos grupos funcionais de ácidos húmicos e fúlvicos da matéria orgânica do solo. De acordo com Yague (2009), o manganês é absorvido ao longo de todo o intestino delgado, é excretado entre 95% e 98% pela via biliar e fezes e não permanece armazenado nos suínos.

A variação de quantidade dos elementos ao longo dos perfis do solo oscilando conforme o tempo também se traduziu em sinais de alerta sobre o manejo do DLS. O volume de dejetos gerados nas granjas de suínos em Rio Verde é expressivo. A Empresa Brasileira de Pecuária e Agricultura recomenda valores ideais de 180m³ de DLS/hectare/ ano e que este o lançamento do DLS ocorra na estação seca, a fim de diminuir a lixiviação dos elementos ao longo dos perfis. Porém as análises apresentadas mostram o aumento em quantidade e a escalada dos microelementos ao longo dos perfis com o tempo, o que indica o desrespeito com as normas de quantidade de lançamento preconizadas pela EMBRAPA.

E ainda, Diesel et al. (2002) e Oliveira (2003), relatam que a poluição ambiental causada pelos dejetos da atividade de suinocultura é um problema que vem se agravando, associado à concentração de animais confinados, gerando altos volumes de dejetos, onde diagnósticos recentes tem evidenciado altos índices de contaminação de recursos naturais pela elevada carga orgânica e inorgânica resultando em severos danos ambientais.

4.4 – Confrontos amostrais: solos livres x solos com DLS

O comparativo dos níveis de micronutrientes encontrados nas granjas com os níveis de micronutrientes dos solos que receberam dejetos, e dos solos livres, foi realizado de forma a verificar possíveis alterações provocadas pelo lançamento de DLS. Os resultados apresentados estão em mg/dm³ (ppm) (Quadro 10).

Quadro 10 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): comparativo das nível de 0-20cm para solos livres e com DLS, 2017

<i>Microelementos - mg/dm³ (ppm)</i>					
	B	Fe	Mn	Zn	Cu
<i>Solos Livres</i>	19	1,2	0,1	1,1	4,7
<i>P₁</i>	0,5	99,1	11,6	8,1	3,3
<i>P₂ A</i>	0,4	63,5	27,3	3,9	0,3
<i>P₂ B</i>	0,4	67,1	31,0	15,7	3,5
<i>P₃</i>	0,2	49,8	66,9	3,4	1,5
<i>P₄</i>	0,2	111,0	34,0	9,2	5,1
<i>P₅</i>	0,6	113,0	33,1	26,7	14,6
<i>P₆ A</i>	1,3	162,0	37,9	38,4	9,9
<i>P₆ B</i>	1,0	101,0	70,4	64,3	8,9
<i>P₇ A</i>	0,6	118,0	99,4	37,6	2,6
<i>P₇ B</i>	0,7	110,0	56,7	20,8	1,1
<i>P₈</i>	0,7	96,1	11,6	13,0	4,6
<i>P₉</i>	0,3	90,1	29,6	5,4	2,0
<i>P₁₀</i>	0,7	850,0	34,6	9,5	2,5
<i>P₁₁</i>	0,4	97,3	33,5	5,5	3,7
<i>P₁₂</i>	0,4	82,9	49,0	25,2	7,9

Org: Vieira, A. S, 2017

Para a realização das comparações foram utilizadas apenas as camadas superficiais, nível de profundidade de 0-20cm, tanto de solos livres quanto para solos com dejetos.

A escolha por camadas superficiais do solo foi embasada nos estudos como o Konzen (2000); Ceretta et al., (2003); Gräber et al., (2005); Scherer et al., (2007), os quais concluem que a utilização continuada de dejetos de suínos como fertilizante em áreas com culturas anuais proporciona maior acúmulo de nutrientes nas camadas superficiais do solo.

Para os solos livres utilizou-se os níveis de profundidade de 0-20cm definidos pela mediana das amostras coletadas. As amostras foram coletadas em Latossolo, tanto para solos livres de dejetos quanto para solos com aplicação de dejetos.

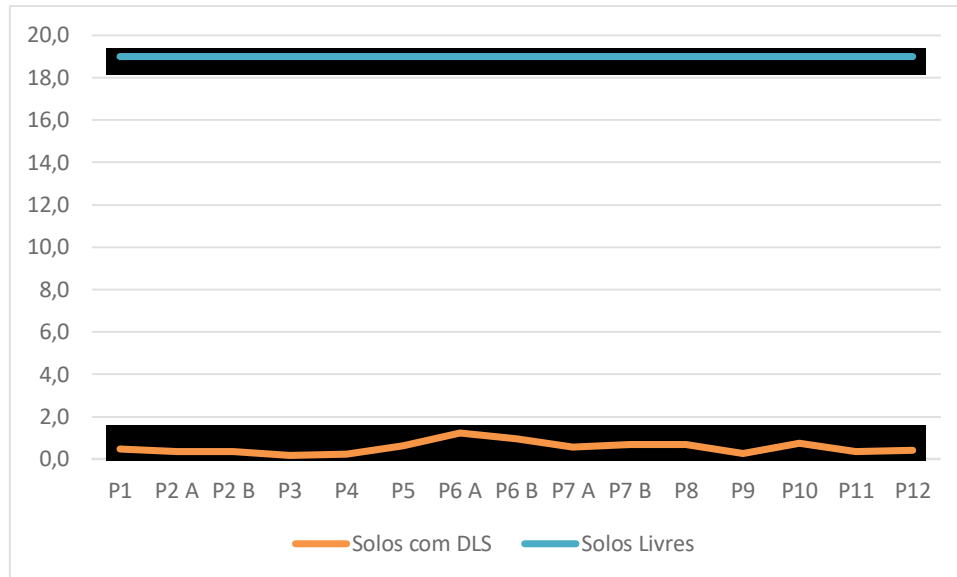
Houve acréscimo das concentrações para praticamente todos os elementos, sendo que três principais explicações são plausíveis ao caso: manejo incorreto, incluindo a quantidade de lançamento versus área de lançamento; excesso de nutrientes nas rações e sua excreção quase completa devido a monogastria dos suínos e ainda as sucessivas aplicações ao longo dos anos.

Dentro desses aspectos foram analisados individualmente os microelementos e suas interações químicas, com o solo, matéria orgânica e demais elementos químicos, a fim de deliberar sobre os valores encontrados no contexto dos solos de Rio Verde, Goiás.

4.4.1 Boro

O elemento Boro, na amostragem de solos livres possuía aproximadamente 19mg/dm³, porém sua disponibilidade no solo após o lançamento de dejetos reduziu drasticamente. A redução variou em aproximadamente 20 (vinte) vezes. Enquanto foi considerado o valor médio de 19mg/dm³ para solos livres, os valores para solos com lançamento de dejetos possuem mediana de 0,3mg/dm³.

Gráfico 2 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Boro, 2017 (mg/dm³)



Org: Vieira, A.S, 2017

Souza (1995) verificou que em amostras de solos, com aplicação de dejetos, houve aumento expressivo do elemento Fe. Neste estudo ele também aponta que a disponibilidade de B no solo pode ser influenciada negativamente pela presença da matéria orgânica e altos teores de Fe encontrados nos ambientes que receberam aplicação de DLS, ambos possuem uma grande capacidade de adsorver o boro.

Mcphail et al, (1972) aponta que nos solos, cuja presença de ferro e alumínio é expressiva, os hidróxidos desses elementos tendem a adsorver grandes quantidades de boro, sendo a máxima em ambientes com pH entre pH 7,0 a 9,0. Resende (2005), ainda destaca que o B, por ser fracamente retido no solo, tem o potencial de ser facilmente lixiviado pela água. Essa condição apresentada, tende a ser uma das respostas para os baixos valores de B encontrados nas amostras de solo que receberam aplicação de DLS em Rio Verde.

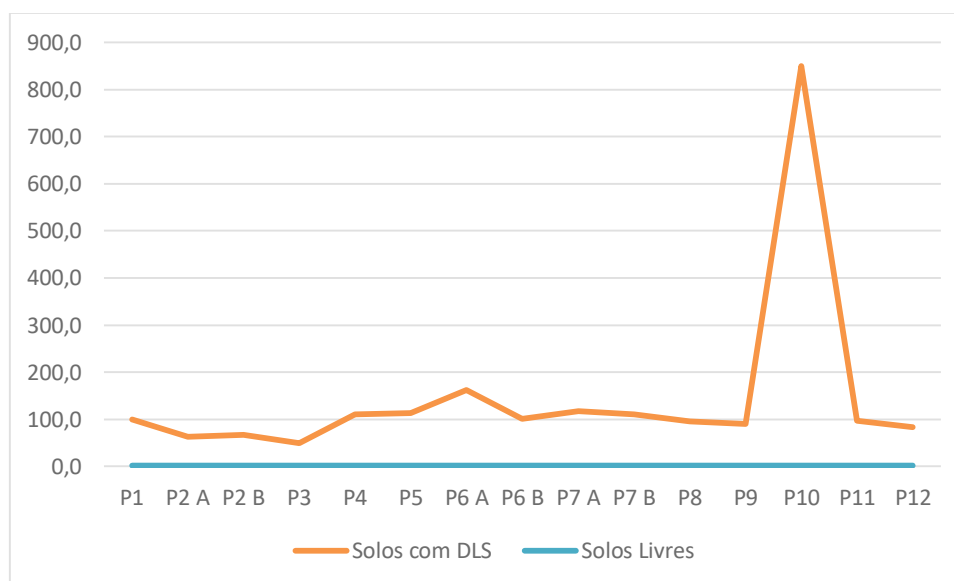
Sobre as consequências para o meio ambiente e a saúde, a insuficiência de B nas plantas geralmente ocorre em solos alcalinos ou com elevado teor de matéria orgânica (PERVIS & HANNA, 1939). Segundo Agarwala et al. (1981), existe uma relação entre o suprimento de boro e a capacidade de produção e viabilidade do pólen. Além disso, o boro estimula a germinação, particularmente o desenvolvimento do tubo polínico.

Na saúde humana, a insuficiência de B, pode trazer prejuízos aos ossos, ao crescimento e as funções neurais. Mahan, (1998) sugere que a privação de boro afeta o cérebro e os ossos, corroborando com Duxbury et. Al. (2015), que salienta que o B exerce papel nos ossos, no raquitismo e nas funções mentais.

4.4.2 Ferro

Os valores para o elemento Fe sofreram grandes variações com o lançamento de DLS (Gráfico 3). Enquanto que para solos livres tem-se uma mediana de 1,2mg/dm³, para solos com aplicação de DLS os valores chegam a 800mg/dm³, a exemplo do ponto P10.

Gráfico 3 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Ferro, 2017 (mg/dm³)



Org: Vieira, A.S, 2017

Durante a engorda a necessidade de ferro em nutriente para suínos de peso variável de 20 a 50kg é de 60 a 100 mg/kg, segundo a NRC (1989). Nas rações de engorda com composições químicas conhecidas, a proporção de Fe encontrado nas rações é de 2000mg/kg (AGROMIX, 2018). Uma parcela significativa desse mineral é liberada junto com os dejetos, sendo que o destino final, é o lançamento no solo em forma de DLS.

O Fe ingerido em grandes quantidades pelos suínos, além de aumentar a excreção desse elemento para o meio, faz com que o mesmo atinja a corrente sanguínea após ingestão ou injeção parenteral, resultando, além de danos às membranas celulares, lesão vascular, hepática, choque e morte nos suínos (SOBESTIANSKY et al., 1999). Salienta-se a importância de calibrar as dosagens das rações ofertadas para os suínos, não só para manutenção da saúde dos animais, mas também pelos possíveis danos ambientais relacionado ao manuseio dos dejetos.

Em relação a cobertura vegetal, os índices elevados de Fe no solo trazem uma série de transtornos para o desenvolvimento das plantas. O ferro é um micronutriente essencial para a manutenção da vida. Em plantas, ele está relacionado a diversas atividades metabólicas, participando da formação de algumas enzimas (catalase, peroxidase, citocromo oxidase e xantina oxidase), além de ser indispensável nos processos de respiração, fotossíntese, fixação de N² e transferência de elétrons através do ciclo entre o Fe²⁺ e Fe³⁺ (Marenco e Lopes 2009).

Porém, em altas concentrações nas plantas, este elemento pode danificar diversas estruturas, como o DNA, as proteínas e lipídeos através da geração de radicais hidroxilas pela reação de Fenton (Connolly e Guerrinot 2002). Sintomas de toxicidade em plantas foram observados por Kuki et al. (2009), onde a espécie de restinga *Sophora tomentosa* apresentou raízes cobertas por placas de ferro e tiveram o seu crescimento atrofiado além da presença de manchas avermelhadas. Os sintomas de toxidez variam de acordo com a espécie, e geralmente estão associados à capacidade do ferro em ser translocado para a parte aérea das plantas (FOY et al 1978).

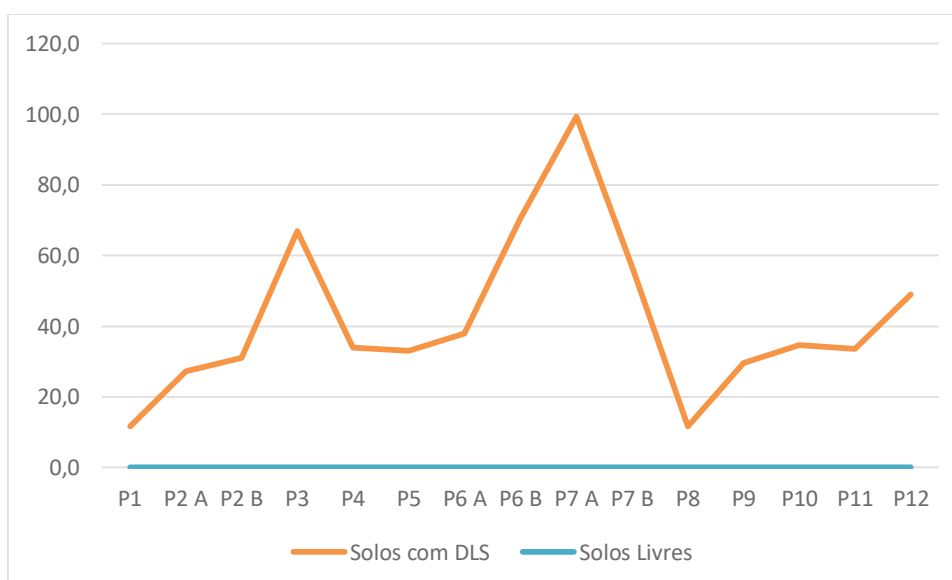
Em relação à saúde humana, casos de malformação congênita ou de raquitismo em crianças podem estar associados à presença ou ausência do Fe (DISSANAYAKE; CHANDRAJITH, 1999). Tanto a deficiência como a sobrecarga de ferro, possibilitam repercussões clínicas importantes para o ser humano. O excesso de ferro, na saúde humana, pode contribuir para cirrose hepática.

4.4.3 Manganês

No solo, a adsorção de manganês por matéria orgânica parece ser importante e foi demonstrada pela primeira vez por Heintze & Mann (1947), quando observaram que a extração do manganês era aumentada pelo uso de sais de cobre, zinco ou cobalto. O manganês tem sua disponibilidade no solo reduzida pela elevação do pH, como também por teores elevados de matéria orgânica, fósforo, cobre e zinco, que resulta em complexação do elemento (RAIJ, 1991). A elevação excessiva do pH do solo, causa diminuição na disponibilidade dos micronutrientes catiônicos, dentre os quais o Mn, provocando o aparecimento de sintomas de deficiência e prejudicando o desenvolvimento das plantas.

Todavia, muito mais frequente e mais severa que a deficiência é a toxidez desse elemento em muitas culturas, em condições de solos ácidos das regiões tropicais e subtropicais (MALAVOLTA, 1980). Nas amostras coletadas no município de Rio Verde (Gráfico 4), o Mn variou de 0,1mg/dm³ em solos livres, para uma mediana de 34mg/dm³ após aplicação de efluentes suínícolas, com aumento superior a 100 (cem) vezes dos valores encontrados para solos livres. Conclui-se, portanto, que o DLS aumenta expressivamente os valores de Mn no solo e conseqüentemente nas plantas.

Gráfico 4 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Mangânes, 2017.



Org: Vieira, A.S, 2017

Segundo Clarkson (1988), a discrepância entre a necessidade e o teor de Mn encontrado nos tecidos vegetais indica que, ao contrário da maioria dos nutrientes,

sua absorção é pouco regulada pela planta, portanto, pode levar ao acúmulo de Mn a níveis tóxicos. Portanto, pode levar ao acúmulo de Mn a níveis tóxicos. Os dejetos líquidos de suínos, como pode ser observado pelos resultados encontrados nos pontos amostrados, aumentaram a disponibilidade de manganês no solo abrindo a possibilidade de uma maior absorção desse elemento pelas plantas em níveis desnecessários ao vegetal.

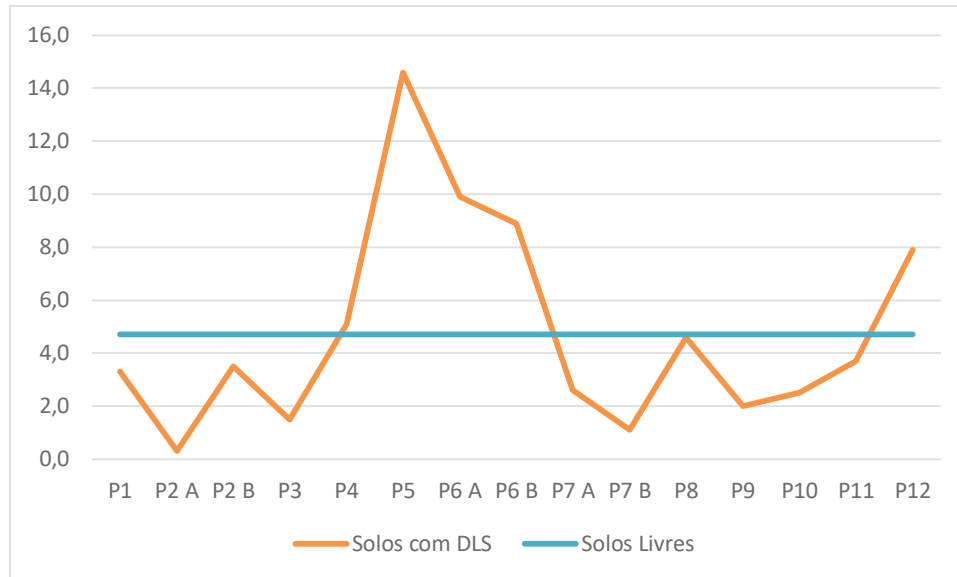
O Mn nas plantas exerce, segundo Malavolta (1980), funções metabólicas vitais, como regulador enzimático, participando da síntese proteica, fotossíntese, multiplicação celular e funcionamento dos cloroplastos. Porém, Vidor e Freire (1972), observaram que excesso de Mn provocou redução no rendimento dos grãos e um decréscimo de matéria seca em presença de 40 ppm de manganês. E ainda, Jardim e Malavolta (1984), relataram que a disponibilidade elevada de Mn na soja elevou as concentrações de Cu e Zn na planta.

O Manganês (Mn) é um metal essencial aos humanos por participar em processos enzimáticos de desenvolvimento, metabolismo energético e defesas antioxidantes. No entanto, de acordo com Eichwald et al., (2017), em altas concentrações, pode ser potencialmente tóxico e provocar danos ao sistema nervoso central, desencadeando sintomas como distonia, bradicinesia e rigidez muscular, consequências de uma desordem neurológica chamada Manganismo.

4.4.4 Cobre

O Cu é um metal pesado que pode trazer condições de degradação ambiental aos solos, toxidez as plantas e também riscos à saúde humana. O Cobre encontrado nas amostras de solos coletadas em Rio Verde sofreu variação com a inserção de dejetos líquidos de suínos (Gráfico 5). Apesar da redução dos valores de Cu apresentados em alguns pontos, no ponto P5, o Cu triplicou seu valor, saindo de 4,7mg/dm³ na mediana apresentada para solos livres, seguindo para 14,6 mg/dm³.

Gráfico 5 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Cobre, 2017.



Org: Vieira, A.S, 2017

O cobre é um elemento essencial para produtividade em plantas, participa do metabolismo de carboidratos, do nitrogênio, da síntese de lignina e de clorofila (MARSCHNER, 1995; GRASSI FILHO, 2005). Porém, para organismos como plantas, fungos e bactérias, altas concentrações de cobre promovem uma pressão de seleção, mantendo somente os organismos resistentes neste local contaminado (ATLAS E BARTHA, 1997).

O teor natural de cobre em solos é muito variável, dependendo da rocha matriz e da intensidade dos processos de formação do solo (físico-químico e biológico) sobre a rocha e está predominantemente associado à fase sólida do solo. De acordo com Andreazza et al (2013), a alta concentração de cobre na solução do solo pode ser tóxica aos microrganismos, plantas, animais e humanos.

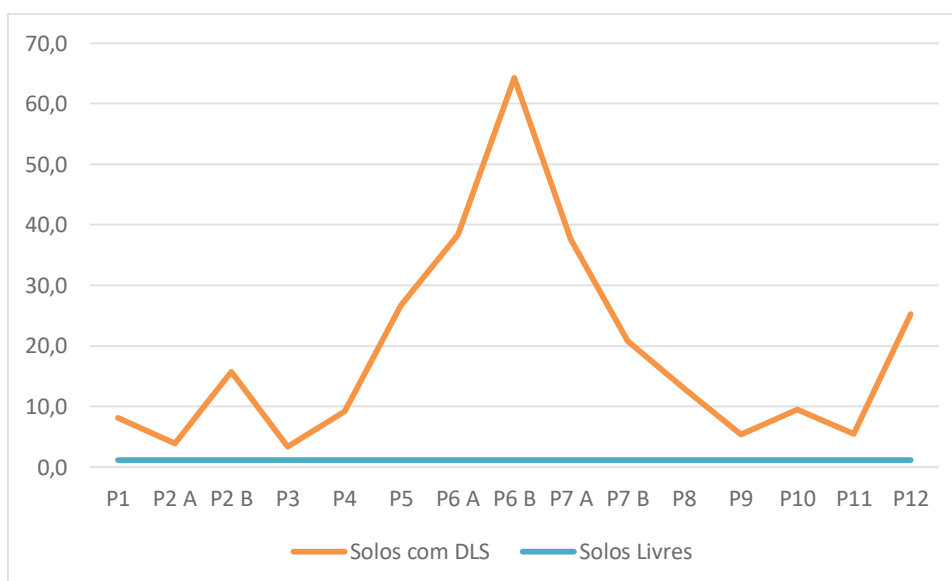
O Cobre, em humanos diabéticos tende a se acumular nos rins e ainda contribuir para o surgimento ou agravamento das complicações vasculares do diabetes. (PEDROSA e COZZOLINO, 1999). De acordo com Johnson et al (2018), nos portadores da doença de Wilson, uma rara doença hereditária, o fígado não excreta o excesso de cobre na bile, como faz normalmente, resultando em um acúmulo de cobre no fígado, causando-lhe danos.

4.4.5 Zinco

O Zn sofreu grandes alterações em seus níveis com lançamento dos efluentes suinícolas, elevando seus valores em todos os pontos (Gráfico 6). Os valores de cada micronutriente nas rações de crescimento e engorda, sofrem grandes variações, em razão de como é realizada a mensuração dos nutrientes, a realização das misturas até como é servido (forma líquida ou sólida). É sabido que, cerca de 40% dos nutrientes presentes na ração consumida, é aproveitada pelos suínos. Isso indica que, a grosso modo, no mínimo 60% desse Zn é perdido por meio dos efluentes. Estudos feitos por Lima et al. (1999) apontaram para uma perda de Zn na excreção dos suínos de 76,36%.

Após o lançamento no solo, sua permanência é duradoura. A presença de certos ânions, como o fosfato, no DLS (GATIBONI et al, 2014 e CAMARGO, 2006) resulta, em uma forte retenção do zinco, tornando-se menos solúvel no solo. E ainda, o uso do lodo de esgotos e fertilizantes contribui para o aumento dos níveis de Zinco no solo (ATSDR, 2005).

Gráfico 6 – Bacia do Rio do Peixe em Rio Verde (GO): disponibilidade de Zinco, 2017.



Org: Vieira, A.S, 2017

Nos solos livres o teor de Zn é inferior a todos os pontos coletados em solos com lançamento de DLS. Tiecher et al. (2013) relatam aumento dos teores de Cu e Zn em solo submetido a aplicação de DLS, o que pode potencializar a toxidez para as plantas, mas também a transferência de formas mais solúveis de Cu e Zn pela solução escoada na superfície do solo.

O Zn é importante para a nutrição das plantas. A participação mais importante do zinco nos processos metabólicos das plantas é como componente de várias enzimas, tais como: desidrogenases, proteinases, peptidases e fosfohidrogenase. Lindsay (1979) relatou que uma função básica do Zn está relacionada ao metabolismo de carboidratos e proteínas, de fosfatos. Também na formação de auxinas, RNA e ribossomos também tem influência na permeabilidade de membranas e é estabilizador de componentes celulares.

Nas pessoas, paralelamente ao Cu, o Zn é um metal pesado. Os metais pesados não são degradáveis no organismo humano causando a biocumulação, o que pode provocar uma gama de doenças como diversos tipos de cânceres, lesões hepáticas e pulmonares, dores de cabeça, vômitos e diarreia

CONCLUSÃO

A suinocultura é uma atividade de grande potencial poluidor, cuja ação individual ou combinada, pode representar importante fonte de degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo, face ao elevado número de contaminantes gerados pelos seus efluentes. A degradação ambiental dos solos foi detectada nesse trabalho dentro das análises das variações dos resultados para solos livres e solos com aplicação de DLS.

Os dejetos de suínos possuem composição múltipla e desequilibrada em relação a capacidade de extração das plantas (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC, 1995; KONZEN, 1980; SCHERER, 1997), devido a alimentação com altas concentrações de monogastria, gerando efluentes carregados de elementos químicos que se acumulam nos solos modificando suas características.

O município de Rio Verde possui um complexo granjeiro de suínos que pode ser considerado de grande porte. Observando a quantidade de granjas instaladas e de animais reproduzidos e engordados na bacia do Rio do Peixe traz-se a tona a importância de observar o quadro de manejo dos dejetos produzidos nesse território, com vistas a evitar desastres ambientais, degradando os solos dessa bacia.

A bacia do Rio do Peixe tem o uso do solo bastante antropizado, justificado também por estar próxima ao centro urbano do município, em um raio de 10km deste e, ainda pela grande concentração de granjas de aves e suínos, estabelecendo uma preocupação ambiental com a qualidade dos solos mediante ao grande volume de descarte de efluentes, devendo, portanto, ser monitorada constantemente.

Quanto ao manejo dos efluentes foi observado que apesar de atender, teoricamente, as recomendações dos órgãos ambientais pertinentes, na prática, o manejo deixa a desejar. Salientando que a véspera do período chuvoso, a quantidade de efluentes maturados sem a devida destinação implicaria em lançamento fora do período ideal para lançamento de DSL nos solos. As observações verbais dos produtores de leitões quanto a ausência de análise do solo por parte da empresa responsável pelo monitoramento ambiental, fatalizam em descaso com a qualidade dos solos na bacia do Rio Peixe em Rio Verde-GO.

Houve alteração dos valores de micronutrientes. Essas alterações além da degradação ambiental também ocasionam riscos à saúde humana, destacando: redução na disponibilidade do Boro em até 100 (cem) vezes para solos com aplicação de DLS e alterações consideráveis nos elementos Fe, Cu, Zn e Mn em relação aos solos livres. Sucessivas aplicações de dejetos de suínos em uma mesma área alteram a distribuição de micronutrientes no perfil, incluindo os metais pesados, modificando as condições naturais do solo, degradando-o e gerando riscos de danos à saúde humana.

Vale ressaltar que, atualmente, não existe um padrão internacional para regular o lançamento de efluentes no solo. Por isso, cada país deve criar seus próprios princípios norteadores. No Brasil ainda é precário esse processo. O Estado de Goiás,

bem como grande parte dos estados brasileiros, não estabeleceu os valores de referência de qualidade do solo. A falta de legislação sobre estes valores de referência inviabiliza aplicação legal sobre a degradação ambiental dos solos, o que contribuiria imensamente para atingir os objetivos dessa pesquisa, através das possibilidades comparativas.

Salienta-se que a aplicação de dejetos não pode ser encarada apenas como uma forma de remover os resíduos das granjas de suínos, já que pode provocar acúmulo de nutrientes no solo resultando em prejuízos ambientais e posteriormente problemas de fertilidade, o que atingiria diretamente os agricultores. É válido lembrar que o acúmulo de um elemento na cadeia alimentar pode trazer sérios danos à saúde humana.

Ainda são necessários estudos aprofundados, e por longos períodos, desenvolvidos dentro dos critérios de sustentabilidade para dar repostas mais conclusivas sobre o uso recorrente do DLS. Salienta-se as experiências de outros países com grande número de registro de problemas ambientais advindos da produção intensiva de suínos. Cada vez mais faz-se necessário avaliar os riscos ambientais e de saúde em relação aos ganhos econômicos apresentados por soluções pouco estudadas para o descarte de dejetos.

Portanto, os estudos investigativos em relação aos solos que recebem efluentes suinícolas devem ser continuados, a fim de estabelecerem parâmetros mais sustentáveis de manejo do DLS. Em Rio Verde, de acordo com o pesquisado, a suinocultura tem provocado degradação ambiental aos solos com riscos de danos à saúde. A utilização continuada de dejetos de suínos como fertilizante em áreas com culturas anuais proporcionou variação do valor de micronutrientes. O manejo dos efluentes dos suínos deve ser mais bem instrumentalizado, não apenas para atender a legislação, mas com fulcro em proteger o ambiente e a saúde humana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos que os valores de referência ambiental dariam um viés legal integralizador a essa obra. A definição dos VRQ suscitaria a autoridade do Estado no sentido de proteção ao meio ambiente.

Um estudo com análise foliar evidenciaria o quanto das alterações provocadas pelo lançamento de DLS estão sendo transferidas para as plantas. A mensuração da bioacumulação poderia iniciar com um estudo de análise foliar, perpassando por outros elementos da cadeia alimentar.

Sobre a aspersão dos dejetos, deve-se levar em consideração o período climático ideal para dispersão dos mesmos, ou seja, meses de estiagem, para evitar uma diluição e percolação em camadas mais profundas do solo. Durante as excursões em campo, foi observado que essa prática não é a realidade da maioria das unidades granjeiras visitadas. Nos dias de visitação e posteriormente de coleta das amostras de solo, muitos produtores estavam iniciando o processo de aspersão, o que impossibilitaria, pelo volume observado, o fim do lançamento do DLS antes da chegada das chuvas.

O cálculo das dimensões da área para o lançamento de dejetos deveria respeitar o elemento mais crítico para cada tipo de solo. Salientamos que atualmente são considerados limites para distribuição do esterco apenas o volume dos dejetos ($m^3/ha/ano$). Porém os diferentes tipos de solos e as mais variadas formulações das rações mostram que esta generalização é ineficaz no intuito de proteger os solos que recebem DLS.

As alterações encontradas na disposição e quantificação dos micronutrientes na terra foram basilares para fundamentar a ocorrência da degradação ambiental em solos que recebem DLS.

A contribuição geográfica neste tema fomentou observações no território com intuito de preservação ambiental e gestão de recursos naturais. A geografia estudo essa relação sociedade natureza de uma forma única, buscando equilíbrio as sociedades humanas e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABREU C. A., SOUZA, C. P. C., ANDRADE, C. A. ROSSI, R. Lixiviação e Disponibilidade de Boro em Função de Fontes e Características de Solos. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. **Anais...** O solo e suas múltiplas funções. Natal, 2015.

ACCIOLY, A.M.A.; SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: **Tópicos em ciência do solo**, v.1, Viçosa: SBCS, 2000. p.299-352.

ADELI, A.; BOLSTER, C.H.; ROWE, D.E.; McLAUGHLIN, M.R. & BRINK, G.E. Effect of long-term swine effluent application on selected soil properties. **Soil Science**, 173:223-235, 2008. <https://doi.org/10.1097/ss.0b013e31816408ae>

AGARWALA, S.C.; SHARMA, P.N.; CHATTERJEE, C. & SHARMA, CP. Development and enzymatic changes during pollen development in boron deficient maize plants. **Journal Plant Nutrition**, 3:329-336, 1981 <https://doi.org/10.1080/01904168109362841>

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY - ATSDR **Toxicological profile for copper**. New York, 314 p, 2004.

AGROMIX, **Suimix 50 (Núcleo)**. Rações e suplementos formulados com ingredientes energéticos e proteicos, considerados os mais adequados para o crescimento de leitões e a sua engorda, devido às combinações de elevado valor nutritivo. Disponível em <http://www.agromixtosi.com.br/produto/162/4/suimix-50-nucleo> Acesso em 20/12/2018.

ALBUQUERQUE, A. R. da C. **Bacia Hidrográfica**: Unidade de Planejamento Ambiental. 9p. Manaus. 2012.

ALLEN, B.L.; MALLARINO, A.P. Effect of liquid swine manure rate, incorporation, and timing of rainfall on phosphorus loss with surface runoff. **Journal of Environmental Quality**, v.37, p.125-137, 2008. DOI: 10.2134/jeq2007.0125. <https://doi.org/10.2134/jeq2007.0125>

ALLOWAY, B.J., **Heavy Metals in Soils**. London: Blackie Academic & Professional. 368p, 1995.

ANDREAZZA R., CAMARGO, F. A. O., ANTONIOLLI, Z. I., QUADRO, M. S., BARCELOS, A. A. Biorremediação de áreas contaminadas com cobre. **Revista de Ciências Agrárias**, 2013, 36(2): 127-136.

ARAUJO, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. São Paulo: Atlas, 2005.

ARMSTRONG, T.A. Effect of dietary copper source (cupric citrate and cupric sulfate) and concentration on growth performance and fecal copper excretion in weanling pigs.

Journal of Animal Science, Champaign, v. 82, n. 4, 2004.
<https://doi.org/10.2527/2004.8241234x>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA, **A proteína animal brasileira em 2018: Desafios e Perspectivas**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/aves-e-suinos/2018/36a-ro/abpa-aves-ovos-e-suinos.pdf>. Acesso em jan.2019.

ATLAS, R.M. E BARTHA, R. (1998) - **Microbial Ecology: Fundamentals and Applications**. 4ª ed. Menlo Park, Benjamin/Cummings Science Publishing, 694p.

ATSDR **Toxicological profile for Zinc**. Atlanta, G.A: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2005.

BARBER, S.A. A diffusion and mass-flow concept of nutrient availability. **Soil Science**, Baltimore, 93:39-49, 1962. <https://doi.org/10.1097/00010694-196201000-00007>

BACHA, C.J.C. **Entendendo a economia brasileira**. Campinas: Átomo, 2007. 109 p.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BATALHA, M. O.; **Gestão agroindustrial - GEPAL: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2001.692 p.

BATALHA, M. O.; **Gestão agroindustrial - GEPAL: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2001.692 p.

BERTALANFFY, L. v. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BOAS, R. L. V.; BERTANI,R. M. A.; ALMEIDA, A. M. SAMPAIO, A. C. FUMIS, T.F.**Pesquisa& Tecnologia**, vol. 3, n.2, Jul-Dez 2006

BONHAM-CARTER, G.F. **Geografic information systems for geoscientists: modeling with GIS**. Ontario: Pergamon, 1997. 398p.

BORDIN, R.A.; PEREIRA, C.A.D.; EBOLI, M.; ARTILHEIRO, R.; FREITAS, C. A produção de dejetos e o impacto ambiental da suinocultura. **Revista de Ciências Veterinárias**, v.3, p.1-4, 2005.

BORGES, J. C. P.. **O Estado e Políticas Públicas: trilhos, estradas, fios e genes damodernização do território goiano**. Goiânia, GO, 2007.

BORGES, R.E. **No meio da soja, o brilho dos telhados: a implantação da Perdigão em Rio Verde (GO), transformações e impactos socioeconômicos e espaciais**. 2006. 210 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho –UNESP- Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro – SP, 2006.

BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRAILE , P.M. CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de Tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1979. 764P.

BRANCO, S. M. **Ecossistêmica**: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 143p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agropecuária puxa o PIB de 2017**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/agropecuaria-puxa-o-pib-de-2017>. Acesso em 21 de jan. 2017.

_____, Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - **NBR 6502/1995 Rochas e solos**. Rio de Janeiro, 1995.

_____, **LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>. Acesso em 24 de outubro de 2017.

_____, **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano mais pecuária** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília : MAPA/ACS, 2014. 32 p.

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano mais pecuária** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília : MAPA/ACS, 2014. 32 p.

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em 31/12/2017.

_____, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal - V.1 (1973)** - Rio de Janeiro: IBGE, 1974v. Anual. Anteriormente editada pelo Ministério da Agricultura. 1. Pecuária - Brasil - Estatística .I . IBGE

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio**. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2017-a-2027-versao-preliminar-25-07-17.pdf>. Acesso em 21 de jan. 2017.

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Suinocultura de baixa emissão de carbono**: tecnologias de produção mais limpa e aproveitamento econômico dos resíduos da produção de suínos. Brasília 2016.

_____, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Agência de Cooperação

Internacional do Japão. **Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento Agrícola dos Cerrados. Estudo de Avaliação Conjunta – Relatório Geral**, Nº 48. Brasília, janeiro de 2002.

_____, LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Brasília 1998.

BRASIL FOODS –BRF. Resultados 2014 – Mudanças estruturais. Disponível em: www.mzweb.com.br/brfoods/web/download_arquivos.asp?id_arquivo...09AB. Acesso em nov.2017.

BRUNETTO, G.; COMIN, J.J; SCHMITT, D.E.; GUARDINI, R.; MEZZARI, C.P.; OLIVEIRA, B.S.; MORAES, M.P.; GATIBONI, L.C.; LOVATO, P.E. & CERETTA, C.A. Changes in soil acidity and organic carbon in a Sandy Typic Hapludalf after medium-term pig-slurry and deep-litter application. R. Bras. Ci. Solo, 36: 1620-1628, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000500026>

BURTON, C.H. Manure management; treatment and strategies for sustainable agriculture. Wrest Park: **Silsoe Research Institute**, 1997. 181 p.

BURTON, C. H. Processing strategies for farm livestock slurries. - an EU collaboration. **Ingénieries**, Cachan, p. 5-10, 1996. Número especial

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Capítulo 1: Apresentação. In: CÂMARA, G; DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 24 out. 2017.

CAMARGO, O.A. **Uma visão política sobre contaminação de solos com metais pesados**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/contaminacao/index.htm. Acesso em: 23/6/2016.

_____. **Reações e interações de micronutrientes no solo**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/micronutrientes/Index.htm. Acesso em: 5/12/2018

_____. Micronutrientes no solo. In: **Enxofre e micronutrientes na Agricultura Brasileira**. Editores: C. M. Borkert e A. F. Lantmann. Londrina, EmbrapaCNPSO/IAPAR/SBCS. 1988.

CARVALHO R.G.; As Bacias Hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 26-43, 2014.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA, Suinocultura brasileira avança no cenário mundial, Ano I, Edição 1, 4º trimestre de 2014, USP, São Paulo.

CERETTA, C. A., **Adubação orgânica – Dejetos**. Disponível em <http://w3.ufsm.br/solos/antigo/PDF/fertilidade%20do%20solo/Aula-adubacao%20organica-Dejetos-26-maio-2009.pdf>. Acesso em out.2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Valores orientadores para solo e água subterrânea no estado de São Paulo 2014 (A). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/wp-content/uploads/sites/18/2014/12/valores-orientadores-nov-2014.pdf>. Acesso em out.2018.

CHRISTMANN, A. In. SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**: projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2ª ed. Florianópolis: EPAGRI, 1994.

CHRISTOFOLETTI, A. **A Análise de Bacias Hidrográficas**. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1980. 102-121p.

_____, **Sistemas dinâmicos**: as abordagens da teoria do caos e da geometria fractal em geografia. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 89-110. 2007.

_____, **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

CHANEY RL (1993). **Zinc phytotoxicity**. In, Robson AD. Zinc in soils and plants. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, pp. 135-150. https://doi.org/10.1007/978-94-011-0878-2_10

CLARKSON, D. T. The uptake and translocation of manganese by plants roots. In: GAHAM, R. D.; HANNAM, R. J.; UREN, N. C., eds. Manganese in soils and plants. Dordrecht, **Kluwer Academic Publishers**, 1988. p. 101-111. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2817-6_8

COELHO E. F. COSTA E. L. BORGES A.L.NETO T. M. A. PINTO J. M. Irrigação. **Informe Agropecuário**, 8elo Horizonte, v.31, n.259, p.58-70, nov./dez. 2010.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3.ed. Passo Fundo: **SBCS** Núcleo Regional/Embrapa-CNPT, 1995. 223p.

COMMUNAR, G.; KEREN, R. Effect of transient irrigation on boron transport in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.71, p.306-313, 2007. <https://doi.org/10.2136/sssaj2005.0370>

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Perspectivas para a agropecuária** / Companhia Nacional de Abastecimento – Volume 5 Brasília, 2017 ISSN: 2318-3241. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução N° 420, de 28 de dezembro de 2009. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em 20/10/2016.

_____, Resolução N° 460, de 30 de dezembro de 2013. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=702>. Acesso em 20/10/2016.

_____, Resolução N° 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 20/10/2016.

CONNOLLY EL, GUERINOT ML (2002) Iron stress in plants. **Genome Biology** 1024.1–1024.4. <https://doi.org/10.1186/gb-2002-3-8-reviews1024>

CORTECCI G. Geologia e Saúde, Tradução de Wilson Scarpelli, São Paulo, Brasil. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/geosaude.pdf Acesso em: out, 2018.

COSTA, T. C. C.; UZEDA, M. C.; FIDALGO, E. C. C.; LUMBRERAS, J. F.; ZARONI, M. J.; NAIME, U. J. et al. Vulnerabilidade ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio de integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. **Anais do Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**, 13., 21-26 abril 2007, Florianópolis. São José dos Campos: INPE, 2007.

CROMWELL, G. L. Copper as a nutrient for animals. In RICHARDSON, H. W. (Ed.). **Handbook of copper compounds applications**. New York: CRC Pres, 1997. p. 177-202.

CUNHA F. G., MACHADO G. J., Estudos de geoquímica ambiental e o impacto na saúde pública no município de São Gonçalo do Piauí, estado do Piauí. **CPRM – Serviço Geológico Do Brasil**, Piauí, 2004.

CUNHA, F.G.; MACHADO, G.J.; MORAIS, E.C.; RAMOS, A.J.A. Levantamento Geoquímico do Estado do Rio de Janeiro. Brasília. **CPRM**, 2001.42p.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves**, p. 30, 2002. (Boletim informativo BIPERS).

DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. **Concórdia**: Embrapa Suínos e Aves. Porto Alegre: Emater/RS, 2002. 30p. (Boletim informativo de pesquisa, 14).

DISSANAYAKE, C. B.; CHANDRAJITH, R. Medical geochemistry of tropical environments. **Applied Geochemistry**, v.47, p.219-258, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(99\)00033-1](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(99)00033-1)

DONER, H.E. Chloride as a factor in mobilities of Ni(II), Cu(II), and Cd(II) in soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, 42:882-5, 1978.

DUXBURY, J. LYONS, BRUULSEMA, T. A saúde humana depende dos nutrientes do solo. **Informações agrônômicas**, nº 150. Jun, 2015

EDWARDS, D. R. e DANIEL, T. C. Environmental impactsof on-farm poultry waste disposal — A review. **Bioresource Technology**, v.41, p.9-33, 1992. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(92\)90094-E](https://doi.org/10.1016/0960-8524(92)90094-E)

EICHWALD T., PERINETTO D., SCHMITZ C.R.R., FLORES, M. V. B., MANTOVANI A., ROSSONI C., CARVALHO D., REMOR A. P. O acúmulo de manganês em pelos e dentes de ratos wistar: potenciais biomarcadores em um modelo de intoxicação subaguda. **ANAIS IX Congresso Internacional de Bioanálises**, v.9 - 2017

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA -. **Comunicado Técnico**: Critérios Técnicos para Recomendação de Biofertilizante de Origem Animal em Sistemas de Produção Agrícolas e Florestais. Versão Eletrônica Julho, 2011 Concórdia, SC.

_____, Arruda M. R. Moreira A. Pereira J. C. R. **Amostragem e Cuidados na Coleta de Solo para Fins de Fertilidade**. Embrapa Amazônia Ocidental Manaus, AM, 2014.

_____, **Fertilização do solo**. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor arroz/arvore/CONT000fojwocdg02wyiv80bhgp5pjiyi8yw.htm> l. Acesso em 27 de out. de 2018.

_____, Milho e Sorgo. **Sistemas de Produção**, Versão Eletrônica - 3ª edição. Nov./2007. Cultivo do Milho. Disponível: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckl80cd02wx5eo0a2ndxy9o28e5x.html . Acesso: fev.2019.

_____, Embrapa Hortaliças. **A Cultura do Tomate**. Disponível: <https://www.embrapa.br/hortalicas/tomate-de-mesa/fertirrigacao>. Acesso: nov.2018.

_____, **Adução**, 2005. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/AG01_81_1311200215104.html. Acesso: nov.2018.

_____, **Coletania de Seminarios 2002** - Suínos e Aves. Abril de 2003. ISSN 0101-6245. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/441194/1/doc82.pdf>.

ENSMINGER, M.E; PARKER, R. O. **Swine Science**. 6th ed. Danville: Intertate Publishers, 1997.

EP SOLOS E SEDIMENTOS. **Relatório de Atividades da EP Solos e Sedimentos 2009/2011**. Plano Nacional de Ação Ambiente e Saúde – PNAAS. Portugal, 120p, 2012.

FATMA - FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. Instrução normativa 11. Suinocultura. **Recomendações técnicas para aplicação de fertilizantes orgânicos de suínos e monitoramento do solo adubado**. Florianópolis, 2014. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/ckfinder/userfiles/arquivos/ins/11/IN%2011%20Suinocultura.pdf>> Acesso em: ago.2016.

FEDERAL ENVIRONMENTAL AGENCY (Berlin, Germany). **Sustainable development**. In Germany; progress and prospects. Berlin: Erich Schmidt, 1998. 344p.

FERGUSON, J.E. **The Heavy Metals**: Chemistry, Environmental impact and health effects. Published by Pergamon Press, Oxford, 1990.

FERNANDES, B. M. **Questão agrária**: conflitualidade e desenvolvimento territorial. Disponível em: <<http://bibspi.planejamento.gov.br/handle/iditem/564>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

GRASSI FILHO, H. Cobre na planta. In: Universidade estadual paulista. Faculdade de ciências agrônômicas. Departamento de Recursos Naturais. **Ciência do Solo**, 2005. Disponível em: Acesso em: 8 de setembro 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION [FAO]. **Funções do solo**. Download: Year of publication: 2015. Publisher: FAO.. Disponível em: www.fao.org/.../card/.../0e42c3c2-6166-417b-8225-814d224a5231/. Acesso em: 27 de nov. de 2017.

_____, Guidelines for Soil Description. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 109p, 2006.

FOY CD, Chaney RL, White MC (1978) The physiology of metal toxicity in plants. **Annual Review of Plant Physiology** 29: 511-566. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.29.060178.002455>

FRAGA, M. S.; FERREIRA, R. G.; SILVA, F. B.; VIEIRA, N. P. A.; SILVA, D. P.; BARROS, F. M.; MARTINS, I. S. B. **Caracterização morfométrica da bacia**

hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. *Nativa*, v. 2, n. 4, p. 214-218, 2014.
<https://doi.org/10.14583/2318-7670.v02n04a05>

FULLER, W.H.; KORTE, N.E.; NIEBLA, E.E.; ALESII, B. A. Contribution of soil to the migration of certain common and trace elements. **Soil Science**, Baltimore, 122:223-35, 1976. <https://doi.org/10.1097/00010694-197610000-00007>

GAMBOA, Sívio Sanchez. Quantidade-qualidade: para além de um dualismo técnico e de uma dicotomia epistemológica. In: SANTOS FILHO, José Camilo; GAMBOA, Sívio Sanchez (Org.). **Pesquisa educacional: quantidade-qualidade**. São Paulo: Cortez, 1995.

GARTIBONI, I.C.; SMYTH, T.J.; SCHIMITT, D.E.; CASSOL, P.C.; OLIVIEIRA, C.M.B. Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina. **Boletim técnico**, CAV – UDESC, 2014.

GRÄBER, I.; HANSE, J.F.; OLESEN, S.E.; PETERSEN, J.; OSTERGAARD, H.S. & KROGH, L. **Accumulation of copper and zinc in danish agricultural soils in intensive pig production areas**. *Danish J. Geogr.*, 105:15-22, 2005.
<https://doi.org/10.1080/00167223.2005.10649536>

GRAMSCI, A. **Concepção dialética da história**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.

GIROTTI, E.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; SANTOS, D.R. DOS; SILVA, L.S. DA; LOURENZI, C.R.; LORENSINI, F.; VIEIRA, R.C.B.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.955-965, 2010.
<https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000300037>

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1992. 367p.

GUARDINI, R.; COMIN, J.J.; RHEINHEIMER, D.S.; GATIBONI, L.C.; TIECHER, T.; SCHMITT, D.E.; BENDER, M.A.; FILHO, P.B.; OLIVEIRA, P.A.V. & BRUNETTO, G.. Phosphorus accumulation and pollution potential in a Hapludult fertilized with pig manure. *R. Bras. Ci. Solo*, 36:1333-1342, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000400027>

GUERRA, J. T. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 392 p.

HAESBAERT, R. **Mitos da desterritorialização: do fim dos territórios à multiterritorialidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 400p

HEINTZE, S.G.; MANN, P.J.G.; Soluble complexes of manganic manganese. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 37, p. 23-26, 1947.
<https://doi.org/10.1017/S0021859600013009>

HUGGETT, R. A history of the systems approach in geomorphology. **Géomorphologie: relief, process, environment**, n. 2, p. 145-158, 2007. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.1031>

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE - **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>, 2014. Acesso em: 20 de jan. de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - **Produção da Pecuária Municipal**, Prod. Pec. munic., Rio de Janeiro, v. 40, p.1-71, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - **Produção da Pecuária Municipal**, Prod. Pec. munic., Rio de Janeiro, v. 40, p.1-71, 2015. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf. Acesso em 20/10/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais técnicos em geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. ISBN 978-85-240-3722-9 (meio impresso).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Produção Agrícola Municipal. Disponível em https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

ITO, M.; GUIMARÃES, D.; AMARAL, G.; Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. **Agroindústria**. BNDES setorial 44, p.125-156. 2016

JARDIM, L. M. B.F.; MALAVOLTA, E. Efeitos do Manganês sobre o desenvolvimento e a composição de quarto leguminosas forrageiras tropicais. **Anais da E. S. A. Luiz de Queiroz**. Volume XLI, 1984. <https://doi.org/10.1590/S0071-12761984000200013>

JONES, A. **The European Environment State and Outlook** – Soil. Luxemburgo, pp. 8-9, 2010.

JONES, J. W. **Regional frameworks for developing sustainable land use policies**. In: VIGLIZZO, E. PUIGNAU, J. P. (Ed.) Monitoreo ambiental y uso sustentable de lastierrasdelConoSur. Montevideo: IICA/PROCISUR, 1997. p.1-6 (Diálogo-IICA/PROCISUR, 46).

JOHNSON L.E. Manual MSD – Cobre. 2018. Disponível em <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%BArbios-nutricionais/minerais/cobre>. Acesso em 04 dez. 2018.

KABATA-PENDIAS, A. Agricultural problems related to excessive trace metal contents of soils. In SALOMONS, S.W. FORSTNER, U. MADER, P. eds. **Heavy metals: problems and solutions**. [s.L]: Springer, 1995. p. 3-18. https://doi.org/10.1007/978-3-642-79316-5_1

KIRKBY E.A.e RÖMHELD V. Micronutrientes na Fisiologia de Plantas: Funções, Absorção e Mobilidade. Encarte: **Informações Agrônomicas** Nº 118 – JUNHO/2007

KLAASSEN, CURTIS D.; **Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons**; Sixth Edition; McGraw-Hill; 812-837; USA; 2001;

KONZEN, E.A. **Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida**. Belo Horizonte: UFMG, 1980. 56p. Tese de mestrado.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Cultura do milho. Fertilidade de solos. Adubação orgânica (1983) In: EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. V Seminário técnico da cultura de milho. **Anais...Videira**, 2007.

KONZEN, E.A. Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção. Sete Lagoas, **Embrapa Milho e Sorgo**, 2000. 32p.

KORTE, N.E.; SKOPP, J.; FULLER, W.H.; NIEBLA, E.E.; ALESII, B.A. Trace element movement in soils: influence of soil physical and chemical properties. **Soil Science**, Baltimore, 122:350-9,1976. <https://doi.org/10.1097/00010694-197612000-00006>

KUKI KN, OLIVA MA, COSTA AC (2009) The simulated effects of iron dust and acidity during the early stages of establishment of two coastal plant Species. **Water Air Soil Pollution** 196: 287–295. <https://doi.org/10.1007/s11270-008-9776-y>

KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMETZ, R. L. R. Advancedswinemanure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource Technology**, New York, v. 100, n. 22, p. 5485-5489, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.10.039>

LACERDA JUNIOR, B. **Territórios e políticas públicas espaciais do agronegócio do município de Rio Verde – GO**. Tese de doutorado. Instituto de Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás – IESA, 2011. Goiânia

LI X, CHEN B, FENG G, CHRISTIE P (2002) Role of arbuscularmycorrhizal fungi in alleviation of Zn phytotoxicity and mineral nutrition of host plants. In **17th WCSS**, Thailand.

LIMA, A. G. **A bacia hidrográfica como recorte de estudos em geografia humana**. GEOGRAFIA – v. 14, n. 2, jul./dez. 2005 - Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências.

LIMA, G. J. M. M.; VIOLA, E. S.; NONES, K. Efeito do nível de cobre e zinco, inorgânico e quelatado, sobre a excreção desses minerais nas fezes de suínos em terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9, 1999, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAVES, 1999. p. 477- 478.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1986. 242p.

LINDSAY, W.L. **Chemical equilibria in soils**. New York, John Wiley, 1979. 449p. Dinâmica do nitrato e cloreto no solo e a qualidade das águas subterrâneas do distrito de irrigação Baixo Acaraú, CE, Revista Agro@ambiente On-line, v. 7, n. 1, p. 53-62, janeiro-abril, 2013.

LOPES, A.S. **Solos sob Cerrado**: Características, propriedades e manejo. Piracicaba, Instituto de Potassa e Fosfato, 1983. 162p.

LOURENZI, C. R. et al. Nutrients in layers of soil under no-tillage treated with successive applications of pig slurry. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 157-167, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000100016>

LUNA, N. R. de S.; ANDRADE, E. M. de; CRISOSTOMO, L. A.; MEIRELES, A. C. M.; AQUINO, D. do N. **Dinâmica do nitrato e cloreto no solo e a qualidade das águas subterrâneas do distrito de irrigação** Baixo Acaraú, CE. Revista Agro@ambiente online, v. 7, n. 1, p. 53-62, janeiro-abril, 2013. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i1.1042>

MAHAN, L.K. **Krause**: alimentos, nutrição e dietoterapia. 9.ed. São Paulo: Roca, 1998. 1179p.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: Potafos, 1989. 153 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Editora Agronômica Ceres, São Paulo, 1980.

MAGALHÃES JR., A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MAGUIRE, D.J., GOODCHILD, N.S., RHIND, D.W., Geographical information Systems: Principals and Applications. **Longman**, London 1991.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. Afiliação: RICARDO A. MARENCO; NEI F. LOPES. Título: **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Ano de publicação: 2009. Fonte/Imprensa: Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. Páginas: 486 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MATTIAS, J.L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 165p. (Tese de Doutorado)

MATOS, L. C., MARTINS, S., BATISTA, P., MONTEIRO N., HENRIQUES P., GIRÃO F., CARVALHO A. Ferro e Doença Hepática Alcoólica. Revista: **Medicina Interna**. VOL.22 | N.º 1 | JAN/MAR 2015.

MATTIGOD, S.V.; GIBALI, A.; PAGE, A.L. Effect of ionic strength and ion pair formation on the adsorption of nickel by kaolinite. **Clays and Clay Minerals**, Lawrence, 27:411-6,1979.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo**. Lisboa: Ed. Instituto Piaget. 2001. 520 p.

McPHAIL, M; PAGE, A.L; BINGHAM, F.T. Adsorption interactions of monosilic and boric acid on hydrous oxides of iron and aluminum. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.36, p. 510-514, 1972.
<https://doi.org/10.2136/sssaj1972.03615995003600030039x>

MENDONÇA, F.; Diagnóstico e análise ambiental de micro bacia hidrográfica: Proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **RAEGA - O espaço geográfico em análise**. N° 02

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MIRANDA, J.I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

MIRANDA. C.R.; ZARDO; A.; GOSMANN, H. **Uso de dejetos na agricultura**. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1999. 2p. (EMBRAPA - CNPISA. Instrução técnica para o suinocultor, 11).

MS – Ministério da Saúde – **Portaria MS 2.914/2011**. Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf. Acesso em fev. 2015.

NACIONAL ACADEMIA OF SCIENCE - NAS. **Daily Reference Intakes**, 2014

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas**, Três Lagoas, v. 5, n.7, p. 102-121, 2008.

NUNES, J. L. S. Agrolink – Nutrientes (2016). Disponível em https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_361443.html . Acesso em dez, 2018.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U. S. A.) – Committee on the Role of Alternative Farming Methods in Modern Production Agriculture. **Alternative Agriculture**. 3a impr.1991.Washington D. C.: NationalAcademy Press, p. 448, 1989.

OLIVEIRA, A. A. B. **A abordagem sistêmica no planejamento e gestão de bacias hidrográficas**.IN: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA (Anais). Rio de Janeiro:UERJ, 2003.

OLIVEIRA, A.V.P. (coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. EMBRAPA: Concórdia, 1993. (Documentos, n.27) Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/434003>>. Acesso em outubro de 2016.

OLIVEIRA, A.V.P.; NUNES, M.L.A. **Sustentabilidade ambiental da suinocultura**. 2005. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0205_oliveira.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2016.

OLIVEIRA, B. S. **Cidade média do agronegócio: os efeitos da reestruturação produtiva no município de Rio Verde/GO**. 332f. Tese (doutorado em geografia). UFU/Uberlândia, 2016.

OLIVEIRA, E.; PARIZOTTO, M. L. V. **Características e uso fertilizante do dejetos de suíno**. Londrina: IAPAR, p. 24, 1994. (IAPAR, Circular 83).

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, G. S. S. C.; RODRIGUES, S. C. Fragilidade ambiental e uso do solo da bacia hidrográfica do Córrego Pindaíba, Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Ambi-Água**, v. 3, n. 1, p. 54-67, 2008. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.42>

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J. DE. Potencial de produção de biogás remanescente nos efluentes de biodigestores abastecidos com dejetos de suínos, com e sem separação da fração sólida, e conduzidos sob diferentes tempos de retenção hidráulica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 679-686, out./dez. 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000400018>

ORTOLANI, E. L.; BRITO, L. A. B. Enfermidades Causadas pelo Uso Inadequado de “Cama-de-Frango” na Alimentação de Ruminantes. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**. – Suplemento Técnico, n.22, 2001.

PAIN, B. Environmentally friendly management of farm animal wastes - an overview. In: MATSUNAKA, T. ed. **Environmentally friendly management of farm animal waste**. Sapporo: KikanshiInsantsu, 1998. p 259-268.

PATIL, S.G.; SETKAR, S.; HEBBARA, M. Relationship between water table depth, soil boron and sunflower genotypic response on a saline soil. In: DELL, B.; BROWN, P.H.; BELL, R.W. (Ed.). **Boron in soils and plants**. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 1997. p.261-264 https://doi.org/10.1007/978-94-011-5564-9_49

PEDROSA L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. **Metabolic and functional alterations of copper in diabetes mellitus**. Rev. Nutr. vol.12 no.3 Campinas Sept./Dec. 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52731999000300002>

PERDOMO, C.C; LIMA, G. J. M. M. NONES, K.de. Produção de Suínos e Meio Ambiente. **Anais...** 9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura 25 a 27 de abril de 2001/ Gramado, RS. 2001. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sga_publicacoes/anais0104_perdomo>. Acesso em: 23 nov. 2017.

PERVIS, E.R. & HANNA, W.J. The influence of overliming upon boron deficiency. **The American Fertilizer**, 91:5-8, 1939.

PINA, M. F., SANTOS S. M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000. Disponível em www.ripsa.org.br/local/informacao/UploadArq/conceito.pdf. Acesso em 10/10/2016.

PORTO M. F. A.; PORTO R. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**. vol.22 n°.63 São Paulo 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343p.

RAMALHO, J.F.G.P.; SOBRINHO, N.M.B.DO.A.; VELLOSO, A.C.X. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1289-1303, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000700002>

RESENDE, A. V. Micronutrientes na agricultura brasileira: disponibilidade, utilização e perspectivas. **Coletânea Fertilizantes – IX**. CETEM / MCT 2005

RIBEIRO, M. A. C. **Contaminação do solo por metais pesados**, 2013, 241 f. Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente – Gestão e Ordenamento Ambiental no Curso de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia da paisagem. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E (org.). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

ROMERO, E. C. El boro, elemento nutricional esencial en la funcionalidad ósea. Revista: **Actualizaciones** Vol. 36-N° 206 Abril-Junio 2001

ROSS J. L. S.; PRETTE, M. E.; Recursos Hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. Revista do Departamento de Geografia n.12, p.81-121, 1998.

SANTOS, F., ALEXANDRE, C., COELHO, R. Relações Solo-Água-Planta. In SHAKIB S., GUIMARÃES R., RODRIGUES C. M. (eds). **Hidrologia Agrícola**, pp. 153-203, 2012.

SANTOS, Milton.; SILVEIRA, Maria. L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. 13ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2010 (2001).

SANTOS, T. M. B., LUCAS JR., J. Utilização de resíduos da avicultura de corte para a produção de energia. In: Zootec'2003; Congresso internacional de zootecnia, 5.; Congresso nacional de zootecnia, **Anais...13**, 2003, Uberaba-MG, Brasil, 131-141.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1375-1383, 2010.

<https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000400034>

SCHERER, E.E.; AITA, C.; BALDISSERA, I.T. Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante. Florianópolis: **EPAGRI**. 1996. 46p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 79)

SCHERER, E.E. **Micronutrientes no esterco de suínos**: diagnose e uso na adubação. agropecuária Catarinense, v. 10, n.1, p. 48 -50, 1997.

SCHOLTEN, H.J., LEPPER, M. J.C. The Benefits of Application of geographical of Systems in Public and Environmental Health, **World Health Statistical Quarterly Report**, 44: 160 - 170, 1991.

SCHUMM, S.A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. **Geological Society of America Bulletin**. v. 74, n. 9, p. 1089-1100, 1963.

SEGANFREDO, M. A. **Dejetos animais** – A dupla face benefícios e prejuízos. Concórdia, 2004. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br>. Acessado em 16 set 2017.

SEIFFERT, N.F. Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental. In: PROCEEDINGS DO SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA. **Anais...Concórdia, SC., Brasil**. pp. 1-20, 12 Abril, 2000.

SILVA, C. J. Neurotoxicidade por manganês e hemodiálise: um estudo clínico, laboratorial e de ressonância magnética. **Tese de doutorado**. Apresentado ao programa de pós-graduação Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, 2010.

SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; KONDO, J.I.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, C.A. Dez anos de sucessivas adubações com boro no algodoeiro. **Bragantia**, v.54, p.177-185, 1995. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051995000100020>

SOBESTIANSKY, J. et al. Clínica e patologia suína. 2.ed. Goiânia: Art 3 **Impressos Especiais**, 1999. 464p.

ENCICLOPÉDIA AGRÍCOLA BRASILEIRA - SOUZA, J. S. I.; PEIXOTO, A. M.; TOLEDO F. F. **Enciclopédia agrícola brasileira**: A-B. Editora: EDUSP; Edição: 1ª (1995) São Paulo, 1995.

STEIN R.J; **Excesso de ferro em arroz (Oryza sativa L.)**: efeitos tóxicos e mecanismos de tolerância em distintos genótipos. Autor, Stein, Ricardo José. Orientador, Fett, Janette Palma. Data, 2009. Nível, Doutorado. Instituição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Biotecnologia do Estado do Rio Grande do Sul.

SZMRECSÁNYI, Tamás, 1936. **Pequena história da agricultura no Brasil**. São Paulo: Ed. Contexto, 1900.104 p.

TIECHER, T. L.; CERETTA, C. A.; COMIN, J. J.; GIROTTO, E.; MIOTTO, A.; MORAES, M. A.; BENEDET, L.; FERREIRA, P. A. A.; LORENZI, C. R.; COUTO, R. R.; BRUNETTO, G. Forms and accumulation of copper and zinc in a Sandy Typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep litter. **Rev. Bras. Ci. Solo**; v.37, p.812-824; 2013 <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000300028>

TEODOROV. L. I.; TEIXEIRA D.; COSTA D. J. L.; FULLER B. B.; O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Brasileira Multidisciplinar-ReBraM**. Disponível em: <http://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236>. Acesso: 16 de mar. De 2017.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de RecursosHídricos, v.4).

USDA/USEPA. **Unified National Strategy for Animal Feeding Operations**, Washington, March 9, 1999. Disponível em: <http://www.epa.gov/npdes/pubs/finafost.pdf>. Acesso em: 20/05/2016.

VIDOR, C.; FREIRE, J.R.J.; Controle da toxidez do alumínio e manganês em *Glycine max (L) Merrill* pela calagem e adubação fosfatada. **Agron Sulriogr** VIII (1): 73-87, 1972.

WMO. **The Dublin Statement and Report of the Conference**. International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century. 26-31 January 1992. Dublin, Ireland.

YAGÜE, A. P. Normatização do uso de minerais na alimentação suína. *Rev. Suínos & Cia.* Ano VI - nº 32/2009. Disponível em: <http://www.consuitec.com.br/sgc/fotos/313916Normatiza%C3%A7%C3%A3o%20do%20uso%20de%20minerais%20-%20Revista%2032.pdf>. Acesso em out. 2017.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Rev. Administração Pública**.v.27, n.2, p.5-18, 1993.

ZARDO, A. O., LIMA, G. J. M. M. Alimentos para suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa** —Embrapa Suínos e Aves e Extensão—EMATER/RS, BIPERS 12, DEZEMBRO/1999.

ANEXOS

SOLOCHIA Laboratorio Agropecuario Ltda
 Av.Goiás, 5106 St.Urias Magalhães Fone: 3210-1622 CEP:74565-250 - GOIANIA/GO

Interessado: ANDREA VIRIHA Município : UF.....
 Propriedade: Cultura..... Entrada: 17/11/2017
 Remanescente : FRANCISCO JURB Material : SOLO Emissao: 18/11/2017

Lab.	Amostra	cmolc/dm3 (mEq/100 ml)						mg/dm3 (ppm)		
		Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(Melich)	P(Resina)	P(Remanes)
086562	P1A 00-20									
086563	P1B 20-40									
086564	P1C 40-60									
086565	P2A 00-20									
086566	P2B 20-40									
086567	P2C 40-60									

Lab.	Amostra	mg/dm3 (ppm)									
		S	Na	Co	Zn	B	Cu	Fa	Mn	Mo	
086562	P1A 00-20	3,4	7,0		1,8	0,23	1,4	42,7	35,9		
086563	P1B 20-40	4,6	5,6		1,9	0,14	1,5	43,1	29,9		
086564	P1C 40-60	5,0	5,2		1,7	0,14	1,5	39,8	33,9		
086565	P2A 00-20	2,5	4,2		1,4	0,14	2,8	44,6	26,1		
086566	P2B 20-40	4,0	4,8		1,0	0,08	3,1	38,8	23,3		
086567	P2C 40-60	2,8	4,7		0,9	0,19	3,1	40,7	24,2		

Lab.	Amostra	Dados Complementares								g/dm3	
		CTC	Sat.Bases	Sat.Al	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC	Mat.Org.	Carbono
086562	P1A 00-20										
086563	P1B 20-40										
086564	P1C 40-60										
086565	P2A 00-20										
086566	P2B 20-40										
086567	P2C 40-60										

Lab.	Amostra	pH			Textura (g/g)			CHRISTIANE RODRIGUES Eng. Agrônoma MSc CREA-GO 8889/D
		H2O	CaCl2	KCl	Argila	Limo	Areia	
086562	P1A 00-20							
086563	P1B 20-40							
086564	P1C 40-60							
086565	P2A 00-20							
086566	P2B 20-40							
086567	P2C 40-60							

OBSERVAÇÕES: Os resultados onde consta '**' foram confirmados. O SOLOCHIA não é responsável pela coleta.
 As amostras ficam em nosso poder por 90 dias.

SOLOCHIA Laboratorio Agropecuario Ltda
 Av.Goiás, 5106 St.Urias Magalhães Fone: 3210-1622 CEP:74565-250 - GOIANIA/GO

Interessado: ANDREA VIRIHA Município : UF.....
 Propriedade: Cultura..... Entrada: 17/11/2017
 Remanescente : FRANCISCO JURB Material : SOLO Emissao: 18/11/2017

Lab.	Amostra	cmolc/dm3 (mEq/100 ml)						mg/dm3 (ppm)		
		Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(Melich)	P(Resina)	P(Remanes)
086568	P3A 00-20									
086569	P3B 20-40									
086570	P3C 40-60									
086571	P4A 00-20									
086572	P4B 20-40									
086573	P4C 40-60									

Lab.	Amostra	mg/dm3 (ppm)									
		S	Na	Co	Zn	B	Cu	Fa	Mn	Mo	
086568	P3A 00-20	1,2	4,7		0,3	0,19	1,2	51,0	21,2		
086569	P3B 20-40	2,0	4,5		0,8	0,19	0,8	42,3	21,8		
086570	P3C 40-60	3,4	4,3		1,8	0,23	0,6	42,8	23,6		
086571	P4A 00-20	5,0	3,7		0,2	0,08	1,2	45,4	15,5		
086572	P4B 20-40	6,4	3,8		0,2	0,04	1,4	45,4	12,1		
086573	P4C 40-60	3,4	3,8		0,2	0,23	0,8	37,2	8,3		

Lab.	Amostra	Dados Complementares								g/dm3	
		CTC	Sat.Bases	Sat.Al	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	H+Al/CTC	Mat.Org.	Carbono
086568	P3A 00-20										
086569	P3B 20-40										
086570	P3C 40-60										
086571	P4A 00-20										
086572	P4B 20-40										
086573	P4C 40-60										

Lab.	Amostra	pH			Textura (g/g)			CHRISTIANE RODRIGUES Eng. Agrônoma MSc CREA-GO 8889/D
		H2O	CaCl2	KCl	Argila	Limo	Areia	
086568	P3A 00-20							
086569	P3B 20-40							
086570	P3C 40-60							
086571	P4A 00-20							
086572	P4B 20-40							
086573	P4C 40-60							

OBSERVAÇÕES: Os resultados onde consta '**' foram confirmados. O SOLOCHIA não é responsável pela coleta.
 As amostras ficam em nosso poder por 90 dias.