

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**ANÁLISE ESPACIAL DO RISCO AMBIENTAL DA  
SUINOCULTURA NA BACIA HIDROGRAFIA DO LAJEADO  
DOS FRAGOSOS – CONCÓRDIA/SC**

**VÍTOR MORETZSOHN ROSA CESARINO**

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – TCC II.  
Orientador: Gerson Conceição

Florianópolis  
2012/1



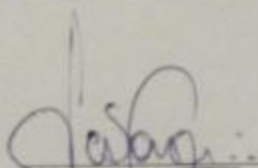
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL

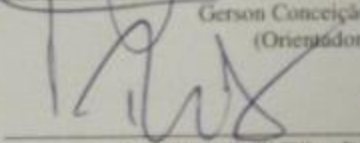
ANÁLISE ESPACIAL DO RISCO AMBIENTAL DA  
SUINOCULTURA NA BACIA DO LAJEADO DOS FRAGOSOS -  
CONCÓRDIA/SC

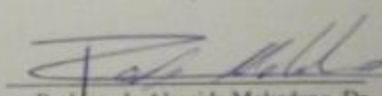
VÍTOR MORETZSOHN ROSA CESARINO

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos  
requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia  
Sanitária e Ambiental – TCC II.

BANCA EXAMINADORA:

  
Gerson Conceição  
(Orientador)

  
Prof. Paulo Belli Filho, Dr.  
(Membro da banca)

  
Rodrigo de Almeida Mohedano, Dr.  
(Membro da banca)

Florianópolis  
2012/1



*“Nós somos aquilo o que fazemos  
repetidamente. Excelência, então, não  
é um modo de agir, mas um hábito.”*  
*Aristóteles*



## AGRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento pela realização deste trabalho vai ao meu orientador, Professor Gerson Conceição, por todo o apoio e paciência durante este último ano.

Aos meus pais e meu irmão, Gustavo, pelo carinho, suporte, paciência, tolerância e motivação nos momentos difíceis da realização deste trabalho, e durante todos estes anos de faculdade.

Aos meus eternos amigos, irmãos de longa data, Bruno Búrigo (Bisnaga), Leonardo Rosa Petersen (Pelego), Eduardo Neves da Rocha (Dudinha), Ulisses Iraí Zílio, Rodger Teixeira Colombo (Camboja) e André Almeida Scaff (Fonga), que fizeram minha infância muito feliz!

Ao meu tio Ademar (Ico), pelos conselhos, sugestões e motivação (e apostas) durante estes anos.

Aos outros membros da minha família, pelo carinho e apoio que sempre me deram.

A Carla Búrigo e Jânio Búrigo, por todos estes anos de convívio, e também pelo carinho com que sempre me trataram.

Aos meus novos companheiros de estágio da Sanetal Engenharia, Renato, Samuel e Jorge, pelo suporte na utilização de *softwares* e obtenção de dados, e por todos os ensinamentos práticos dos últimos meses.

Aos professores entrevistados neste trabalho – Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins, Prof. Dra. Ângela da Veiga Beltrame, Prof. Dr. Paulo Belli Filho, Prof. César Augusto Pompêo e Prof. Masato Kobiyama, pelas orientações dadas.

Aos velhos companheiros da COMCAP, Paulo Pinho, Maria Cristina, Roseli (Galega), Nara, Carlos, Renan e Roberto, pela oportunidade, por todo aprendizado e pelo ótimo convívio na minha primeira experiência de estágio.

A Deus, pela minha vida e minha saúde.





## RESUMO

A densidade de suínos em bacias hidrográficas no estado de Santa Catarina tem se elevado, aumentando a concentração de nutrientes em proporções maiores do que aquelas que podem ser assimiladas pelos sistemas naturais, comprometendo os corpos d'águas, especialmente no município de Concórdia, maior produtor suínos no Estado. Enquanto índices da produção mostram a evolução da suinocultura no Estado, outros apontam para o aumento dos riscos ambientais. Através da utilização de *softwares* cada vez mais específicos, como o ArcGIS na análise espacial e o AHP na análise multicritério, verificam-se importantes avanços para identificação de áreas frágeis, sob o ponto de vista ambiental. Neste estudo elaborou-se mapas com análise de escala de risco para a Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos (Concórdia/SC), atribuindo critérios físicos e de produção, como declividade do terreno, tipo de solo, uso e ocupação do solo, distância ao corpo receptor, precipitação e densidade de suínos. Estes fatores foram mapeados dentro do perímetro da bacia, através do ArcGis, subdivididos em classes e submetidos à análise de especialistas, que os julgaram, atribuindo-lhes uma escala de importância, de acordo com o grau de risco. Os resultados apontaram que a densidade de suínos é o fator mais significativo na escala de risco, enquanto que a distância ao corpo receptor é a de menor significância. Segundo os critérios e fatores adotados, verificou-se que áreas de maior risco encontram-se no centro e à jusante da bacia. Na análise da variação da precipitação com o somatório dos demais fatores verificou-se que, à medida que aumenta a precipitação, maior é o risco da bacia.

**Palavras-chave:** Suinocultura; ArcGis; Análise Multicritério; Análise espacial de risco.

## ABSTRACT

Swine density on watersheds in the State of Santa Catarina has grown, increasing the concentration of nutrients in bigger proportions than natural systems can absorb, compromising water quality, especially in the city of Concórdia, major swine producer in the State. For as much as production indices show the evolution on swine production in the State, others point to the increasing of environmental risks. Through the application of even more specific softwares, as ArcGIS used on spatial analysis and AHP used on multicriteria analysis, important advances on the identification of fragile areas, on the environmental point of view. In this study maps with risk scale analysis to Lajeado dos Fragosos basin (Concórdia/SC) were made, assigning physical and production criteria, as land slope, land soil, land use, river distance, rainfall and swine density, by using ArcGIS, divided in classes and submitted to the analysis of specialists who judged them, giving them a scale of importance, according to the risk rate. Results point that swine density is the most important factor in the risk scale, while river distance is shown as the less important. According chosen factors and criteria, major risk areas were found in the middle and downstream. The analysis of rainfall variation with the sum of the other factors showed that with the rainfall increasing, it will also increase the risk of the watershed.

**Keywords:** Swine production; ArcGIS; Multicriteria analysis; Spatial analysis of risk.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 3.1. Localização do município de Concórdia.....	6
Figura 4.1. Regiões hidrográficas de Santa Catarina.....	21
Figura 4.2. Localização da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos. .....	22
Figura 4.3. Critérios fatores de análise.....	24
Figura 4.4. Mapa de declividades da bacia.....	27
Figura 4.5. Mapa dos tipos de solo.....	33
Figura 4.6. Mapa de uso de ocupação do solo.....	35
Figura 4.7. Divisão em sub-bacias e localização das propriedades.....	40
Figura 5.1. Mapa de vulnerabilidades da bacia hidrográfica do Lajeado dos Fragosos.....	65
Figura 5.2. Mapa de risco da bacia para precipitações entre 0,0 e 4,0 mm/dia.....	67
Figura 5.3. Mapa de risco da bacia para precipitações entre 4,0 e 10,6 mm/dia.....	68
Figura 5.4. Mapa de risco da bacia para precipitações entre 10,6 e 22,6 mm/dia.....	69
Figura 5.5. Mapa de risco da bacia para precipitações entre 22,6 e 52,4 mm/dia.....	70
Figura 5.6. Mapa de risco da bacia para precipitações acima de 52,4 mm/dia.....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Produção mundial de carne suína (em mil toneladas) .....	3
Tabela 3.2. Consumo mundial de carne suína (em mil toneladas) .....	3
Tabela 3.3. Produção de carne suína no Brasil e em Santa Catarina (em mil toneladas) .....	5
Tabela 3.4. Produto Interno Bruto de Concórdia (ano de 2009) .....	6
Tabela 3.5. Caracterização da pecuária de Concórdia .....	7
Tabela 3.6. Caracterização da agricultura de Concórdia .....	7
Tabela 3.7. Produção média diária de esterco, esterco e urina e dejetos líquidos por animal e fase .....	9
Tabela 3.8. Composição química dos dejetos suínos obtida na Unidade do Sistema de Tratamento de Dejetos da EMBRAPA, Concórdia (SC) .....	10
Tabela 4.1. Classes de declividade .....	25
Tabela 4.2. Classes de precipitação .....	29
Tabela 4.3. Classes de solos .....	31
Tabela 4.4. Classes de uso e ocupação do solo .....	34
Tabela 4.5. Classes de distâncias dos corpos receptores .....	38
Tabela 4.6. Distância média das propriedades .....	41
Tabela 4.7. Sub-bacias e respectivas áreas .....	43
Tabela 4.8. Classes de densidade de suínos em função da taxa de aplicação de dejetos no solo .....	44
Tabela 4.9. Identificação e especialidades dos avaliadores .....	46
Tabela 4.10. Classes de declividade e avaliação do especialista .....	46
Tabela 4.11. Classes de precipitação e avaliação do especialista .....	47
Tabela 4.12. Classes de tipo de solo e avaliação do especialista .....	49
Tabela 4.13. Classes de uso e ocupação do solo e avaliação do especialista .....	50
Tabela 4.14. Classes de distância dos corpos receptores e avaliação do especialista .....	52
Tabela 4.15. Classes de densidade de suínos em função da taxa de aplicação de dejetos no solo e avaliação do especialista .....	53
Tabela 4.16. Metodologia para cálculo dos fatores ponderados. ....	54
Tabela 5.1. Diferença relativa das áreas das sub-bacias .....	56

Tabela 5.2. Padronização dos fatores .....	58
Tabela 5.3. Ordenamento dos critérios segundo opinião dos especialistas .....	58
Tabela 5.4. Escala diferencial semântica para opinião dos especialistas e opinião própria .....	59
Tabela 5.5. Ordenamento dos fatores para análise AHP .....	61
Tabela 5.6. Fatores normalizados conforme método AHP .....	61
Tabela 5.7. Comparação da importância relativa dos fatores pelos métodos da escala diferencial semântica e AHP .....	62
Tabela 5.8. Ponderações para cada sub-bacia.....	63



## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	2
2.1.	Objetivo geral.....	2
2.2.	Objetivos específicos.....	2
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1.	Suinocultura no mundo.....	3
3.1.	Suinocultura no Brasil.....	4
3.2.	Suinocultura em Santa Catarina.....	4
3.3.	Suinocultura em Concórdia.....	6
3.4.	Produção suinícola na bacia hidrográfica do lajeado dos fragosos... 7	7
3.5.	Produção e caracterização dos dejetos dos suínos do oeste catarinense 8	8
3.6.	Utilização dos dejetos.....	10
3.7.	Poluição difusa.....	12
3.8.	Análise de risco.....	15
3.9.	AHP.....	18
3.10.	Escala diferencial semântica.....	19
3.11.	Espacialização com SIG.....	20
4.	METODOLOGIA.....	21
4.1.	Caracterização da área de estudo.....	21
4.1.1.	Aspectos gerais.....	21
4.1.2.	Complexo hidrológico.....	22
4.1.3.	Altimetria.....	23
4.1.4.	Aspectos climáticos.....	23
4.2.	Estimativa da produção de dejetos na região de estudo.....	23
4.3.	Seleção dos critérios e fatores de escala.....	24
4.3.1.	Declividade do terreno.....	25
4.3.2.	Precipitação.....	28
4.3.3.	Tipo de solo.....	30
4.3.4.	Uso e ocupação do solo.....	34
4.3.5.	Distância dos corpos receptores.....	36
4.3.6.	Densidade de suínos.....	41
4.4.	Entrevista com os especialistas.....	45

4.4.1.	Declividade do terreno .....	46
4.4.2.	Precipitação .....	47
4.4.3.	Tipo de solo.....	48
4.4.4.	Uso e ocupação do solo .....	50
4.4.5.	Distância dos corpos receptores .....	52
4.4.6.	Densidade de suínos .....	53
<b>4.5.</b>	Normalização das notas atribuídas .....	53
<b>4.6.</b>	Ponderação dos fatores espaciais.....	53
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>56</b>
<b>5.1.</b>	Limites de APP segundo as legislações vigentes .....	56
<b>5.2.</b>	Ordenamento dos fatores .....	58
<b>5.3.</b>	Escala Diferencial Semântica .....	59
<b>5.4.</b>	Análise AHP do ordenamento dos fatores .....	61
<b>5.5.</b>	Mapa de vulnerabilidades da bacia.....	63
<b>5.6.</b>	Mapas de risco da bacia.....	66
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>73</b>
<b>7.</b>	<b>PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>73</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	<b>74</b>
<b>9.</b>	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>90</b>
<b>9.1.</b>	Apêndice A.....	90
<b>9.2.</b>	Apêndice B.....	104
<b>9.3.</b>	Apêndice C.....	106



## 1. INTRODUÇÃO

Aspectos da qualidade das águas são influenciados pelas atividades humanas que ocorrem dentro das limitações de uma bacia hidrográfica, e os possíveis usos dos recursos hídricos podem ser restringidos de acordo com sua qualidade. A qualidade das águas tem sido alterada por ações antrópicas, restringindo o seu uso e exigindo legislação mais restritiva quanto ao uso e ocupação do solo. A necessidade mundial por alimentos impulsiona a o aumento da produção da pecuária, porém os impactos aos recursos naturais também tem se elevado.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIEPCS), o Brasil é o quarto maior produtor de carne suína do mundo, ficando atrás de grandes potências como China, União Europeia e os Estados Unidos. No cenário nacional, o estado de Santa Catarina está situado como o maior produtor. De acordo com o último Censo Agropecuário realizado pelo IBGE, em 2006 o Estado possuía 82.324 unidades produtoras de suínos, que contabilizavam 6.569.714 cabeças, valores superiores a população catarinense no ano de 2010 (6.248.436 habitantes; IBGE, 2010).

A contaminação difusa no meio rural, por não ser proveniente de uma fonte pontual claramente definida, é difícil de ser identificada e, conseqüentemente, combatida. Esta contaminação difusa ocorre devido às características naturais do terreno onde é disposto a matéria orgânica. Estas características, que propiciam ou inibem a percolação e o carreamento superficial de partículas ao corpo hídrico durante os eventos chuvosos, são, entre muitas outras, a cobertura vegetal, o tipo de solo, seu uso e ocupação, o nível de erosão e a declividade do terreno, além de fatores de produção, como o tipo de produção, a quantidade de dejetos produzidos, a distâncias das unidades produtoras em relação aos corpos receptores, etc. (Silva *et al.*, 2004).

Assim, o objetivo desta pesquisa foi realizar o mapeamento de risco, em escala de bacia, a partir das áreas com maior vulnerabilidade, segundo alguns critérios e fatores representativos da bacia hidrográfica do Lajeado dos Fragosos, em Concórdia, Santa Catarina.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Análise do risco ambiental relacionado à disposição de matéria orgânica proveniente da produção suinícola no solo, em função de características físicas, climáticas, e de produção da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos, em Concórdia, Santa Catarina.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar áreas de maior vulnerabilidade na bacia;
- Estimar a produção de dejetos na região de estudo;
- Realizar uma discussão sobre a aplicação da nova legislação ambiental (Código Florestal) na região;
- Elaborar um mapa de risco a partir de critérios e fatores ambientais e de produção, identificando as áreas de maior e menor vulnerabilidade aos corpos d'água sob a perspectiva ambiental da concentração suinícola na bacia;
- Avaliar o risco em diferentes pluviosidades.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. SUINOCULTURA NO MUNDO

De acordo com a Organização Mundial da Alimentação e Agricultura da ONU (FAO, 2009), entre os animais terrestres, a carne suína é a mais consumida pelos humanos, respondendo por 36% do consumo de carnes no mundo. Esta demanda tem crescido devido à mudança nos padrões de consumo, uma vez que as economias dos países em desenvolvimento têm crescido de forma acelerada nas últimas décadas.

Globalmente, junto com o ramo de criação das aves, a pecuária suína é a atividade que mais se desenvolve atualmente, e estima-se que o número de suínos alcançará a marca de 1 bilhão no ano de 2015, o dobro do número de animais na década de 70 (FAO, 2011).

A mesma organização afirma que a produção de carne suína é global, com exceção às regiões em que fatores culturais e/ou religiosos não aprovam seu consumo, como, por exemplo, as religiões judaica, muçulmana e adventista.

**Tabela 3.1. Produção mundial de carne suína (em mil toneladas)**

PAÍS/ANO	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
China	43.410	45.553	46.505	42.878	46.205	48.905	50.000	49.500
UE	21.753	21.676	21.791	22.858	22.596	22.159	22.250	22.530
EUA	9.313	9.392	9.559	9.962	10.599	10.442	10.052	10.278
Brasil	2.600	2.710	2.830	2.990	3.015	3.130	3.170	3.227
Rússia	1.725	1.735	1.805	1.910	2.060	2.205	2.270	1.965

**FONTE: ABIPECS (2012); FAS/USDA (2012).**

**Tabela 3.2. Consumo mundial de carne suína (em mil toneladas)**

PAÍS/ANO	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
China	43.010	45.099	45.014	42.710	46.691	48.823	51.157	49.810
UE	20.528	20.632	20.631	21.507	21.024	21.057	20.823	20.545
EUA	8.822	8.660	8.643	8.965	8.813	9.013	8.653	8.384
Rússia	2.047	2.086	2.279	2.534	2.789	2.688	2.799	2.894
Brasil	1.979	1.949	2.191	2.260	2.390	2.423	2.577	2.646

**FONTE: ABIPECS (2012); FAS/USDA (2012).**

Os números apresentados nas tabelas acima descrevem a evolução da produção e do consumo global de carne suína.

Os números da Tabela 3.1 mostram a evolução da produção de carne suína dos 5 principais países produtores, nos quais se enquadra o Brasil. Apesar de apresentar uma produção relativamente baixa quando comparada à chinesa e europeia, a produção brasileira obteve o crescimento mais expressivo quando comparados os anos de 2004 e 2011, aumentando sua produção em mais de 24%.

Já os números da Tabela 3.2 representam o consumo mundial de carne suína dos 5 maiores consumidores mundiais. O Brasil novamente apresentou uma grande evolução quando comparados os anos de 2004 e 2011, elevando em quase 34% o consumo, ficando atrás apenas da Rússia, país onde o consumo de carne suína cresceu mais de 41% no mesmo período.

### **3.1. SUINOCULTURA NO BRASIL**

O Brasil é um dos maiores exportadores de carne suína, especialmente para países do MERCOSUL e da Ásia (Araujo *et al.*, 2010).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPÉCS, 2010), o Brasil ocupa a quarta posição no *ranking* dos maiores produtores de carne suína do mundo, ficando atrás de grandes potências como China (maior produtora), União Europeia e os Estados Unidos (como mostrado na Tabela 3.1).

Dentro deste contexto, no ano de 2010 a oferta de suínos para abate alcançou a marca de 34 milhões de cabeças, superando em 1,8% os números do ano anterior (ABIPÉCS, 2010). O mesmo autor discorre ainda que mais de 83% da oferta foi absorvida pelo mercado interno, sendo que o consumo interno cresceu 4,1%, permanecendo ainda abaixo do potencial de consumo, estimado em 15 kg por habitante por ano.

Segundo HOLTZ (2010), pelo fato de ser um grande produtor de insumos básicos para a pecuária suína, como milho e soja, e por dispor de área suficiente para significativa expansão do plantio e implantação de novos projetos, o Brasil tem grandes condições para se manter como um dos maiores produtores, aumentando ainda mais sua participação dentro do mercado mundial.

### **3.2. SUINOCULTURA EM SANTA CATARINA**

Dentro do cenário nacional, o estado de Santa Catarina está situado como o maior produtor. A suinocultura é a atividade tradicional

da população rural Catarinense, introduzida no Vale do Itajaí pelos imigrantes alemães, e no oeste, pelos agricultores vindos do Rio Grande do Sul, ganhando impulso em virtude da abundância de milho na região (ACCS, 2010).

De acordo com o último Censo Agropecuário realizado pelo IBGE, em 2006 o Estado possuía 82.324 unidades produtoras de suínos, que contabilizavam 6.569.714 cabeças, mais do a população catarinense no ano de 2010, verificada pelo último censo populacional – 6.248.436 habitantes (IBGE, 2011).

Dados da ACCS (2011) mostram que o Estado possui em torno de 8 mil suinocultores com produção em escala comercial; enfatiza que estão instaladas no estado as cinco maiores agroindústrias do país (Sadia, Perdigão, Seara, Pamplona e Aurora). Além disto, expõe que existem cerca de 100 abatedouros inspecionados pelo Governo, sem produção própria de suínos, que abatem mensalmente aproximadamente 12 mil animais por dia.

Segundo a mesma organização, Santa Catarina é responsável por 25% da produção nacional e 0,7% da produção mundial de suínos, participando com 28% das exportações brasileiras. A organização cita ainda dados do PIB estadual, na qual a suinocultura é a principal atividade, contribuindo com 21,43% do total.

A atividade emprega diretamente em torno de 65 mil e, indiretamente, mais de 140 mil pessoas (ACCS, 2011).

A produção no Estado é distribuída em aproximadamente 21.000 pequenas propriedades, 3.500 médias e 500 grandes, gerando  $10^7$  m<sup>3</sup> de dejetos ao ano, sendo que somente um pequeno percentual deste produto possui manejo adequado que respeita as condições de valorização, sem poluir o meio ambiente (Belli *et al.*, 2001).

**Tabela 3.3. Produção de carne suína no Brasil e em Santa Catarina (em mil toneladas)**

PRODUÇÃO	2006	2007	2008	2009	2010
Brasil	2.830	2.990	3.015	3.130	3.170
Santa Catarina	764	773	784	804	825

**FONTE: ABIPECS (2012); CEPA (2011).**

A tabela acima fornece outros números que mostram a dimensão e a importância do estado de Santa Catarina na produção de suínos. Em todos os anos, desde 2006 até o ano de 2010, a produção catarinense

representou entre 26% e 27% da produção nacional, afirmando o Estado como o maior produtor.

### 3.3. SUINOCULTURA EM CONCÓRDIA

Segundo dados do censo populacional de 2010 (IBGE, 2010), o município de Concórdia possui 68.621 habitantes, e sua área territorial é de 797,26 km<sup>2</sup>.

A atividade agropecuária representa 80% da economia do município de Concórdia. Cerca de 30% da área total do município é ocupada por culturas anuais. A suinocultura é a principal atividade, com aproximadamente 1.791 criadores (PMC, 2007).



**Figura 3.1. Localização do município de Concórdia**

O município é um dos principais produtores de milho de Santa Catarina, com uma área cultivada de 12.500 hectares, e produção de 60.000 toneladas (IBGE Cidades). A grande área destinada a esta cultura é um dos principais fatores que garantem o sucesso e o sustento da produção suinícola na região.

As tabelas abaixo caracterizam a economia do município, e dão a dimensão do tamanho e da importância da produção de suínos em relação às outras atividades agropecuárias de Concórdia.

**Tabela 3.4. Produto Interno Bruto de Concórdia (ano de 2009)**

AGROPECUÁRIA	INDÚSTRIA	SERVIÇOS	IMPOSTOS	PIB <i>PER CAPITA</i>
94.635	742.711	672.242	140.595	23.442

**FONTE: IBGE Cidades.**

**Tabela 3.5. Caracterização da pecuária de Concórdia**

REBANHO	QUANTIDADE	UNIDADE
Bovinos	60.096	cabeças
Equinos	678	cabeças
Bubalinos	51	cabeças
Asininos	5	cabeças
Muares	6	cabeças
Suínos	430.613	cabeças
Caprinos	884	Cabeças
Ovinos	4.055	Cabeças
Galos, frangas, frangos e pintos	5.293.094	Cabeças
Galinhas	651.068	Cabeças
Codornas	5.762	Cabeças
Coelhos	1.137	Cabeças

**FONTE: IBGE Cidades.**

**Tabela 3.6. Caracterização da agricultura de Concórdia**

CULTURA	PESO (ton)	ÁREA PLANTADA (ha)
Amendoim (em casca)	52	21
Arroz (em casca)	400	200
Feijão (em grão)	324	270
Milho (em grão)	60.000	12.500
Soja (em grão)	888	370
Trigo (em grão)	414	230

**FONTE: IBGE Cidades.**

Como pode ser visto na Tabela 3.5, os números mostram que a agropecuária do município de Concórdia tem como principais criações a avícola e suinícola, notoriamente mais importantes. Para isto, a produção de milho, principal ingrediente na confecção das rações, para nutrição dos animais, deve ser elevada, como pode ser verificado pelos dados expostos na Tabela 3.6.

### **3.4. PRODUÇÃO SUINÍCOLA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAJEADO DOS FRAGOSOS**

Diversos estudos foram realizados na bacia do Lajeado dos Fragosos, em virtude do grande impacto que a produção suinícola causa naquela região, e também pela importância socioeconômica da atividade.

O município de Concórdia, segundo dados de EPAGRI (2003), através do *Levantamento Agropecuário Catarinense*, possuía 1.196 unidades produtoras de suínos, que somavam 345.643 animais. Já dados do *Censo Agropecuário* (IBGE, 2006) mostram que o município possuía 1.793 estabelecimentos produtores de suínos, com um efetivo de 398.433 animais, um crescimento de 50% no número de propriedades, enquanto houve um aumento no número de animais em torno de 15%.

Alguns estudos realizaram a quantificação das propriedades de suínos na região da bacia. Silva (2000), assim como Palhares *et al.* (2002), levantou 120 propriedades, contabilizando um número total de 40.312 animais para o ano de 1999. EMBRAPA (2003) calcula uma densidade de suínos de 613 suínos/km<sup>2</sup> na bacia, o que, multiplicando-se pela área da mesma (61,54 km<sup>2</sup>), resulta no número aproximado de animais, de 37.724. Já Belli Filho *et al.* (2007) contaram 127 propriedades, mas não precisaram o número de animais, afirmando que totalizavam “na ordem de 40.000”. Mattias (2006) precisa que na bacia, no ano de seu estudo, havia 40.539 suínos. Estudos mais recentes apontam que o número de propriedades este ano pode chegar a 145.

Socioeconomicamente, estes números representam o crescimento da atividade no município de Concórdia, e na região da bacia dos Fragosos. Esta evolução pode ser vista como reflexo do crescimento do poder de consumo da população e no aumento das exportações de carne suína. Ambientalmente, também representam maior produção de dejetos, o que exige, cada vez mais, sistemas e tecnologias capazes de depurar quantidades cada vez maiores de efluentes.

### 3.5. PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS DEJETOS DOS SUÍNOS DO OESTE CATARINENSE

Lindner (1999) *apud* Diesel *et al.* (2002) afirma que a capacidade poluente dos dejetos suínos é muito superior a de outras espécies. O autor faz comparações quantitativas, utilizando o conceito de equivalente populacional, em que um suíno, em média, equivale a 3,5 pessoas. Em outras palavras, para efeitos comparativos, uma granja com 1.000 animais tem um poder poluente equivalente a uma cidade com cerca de 3.500 habitantes. Oliveira (1993) *apud* Holtz (2010) diz que os dejetos de suínos possuem uma carga orgânica – medida pelo índice da DBO – até 260 vezes maior do que a humana (para o mesmo volume medido).



Scherer (2000) afirma que, normalmente, os dejetos líquidos apresentam um alto teor de água, oriunda de perdas nos bebedouros e entrada de água da chuva. Diesel *et al.* (2002) comentam que a concepção das edificações, o tipo de alimentação, os tipos de bebedouros, o sistema de limpeza e manejo determinam as características e o volume total dos dejetos produzidos. Além disso, explicam também que as quantidades de fezes e urina são afetadas por fatores zootécnicos (tamanho, sexo, raça e atividade), ambientais (temperatura e umidade) e dietéticos (digestibilidade, conteúdo de fibra e proteína).

Sardá *et al.* (2010) afirmam que a concentração de sólidos totais nos dejetos suínos é inferior a 8%, o que dificulta o seu manejo. Gomes *et al.* (2009) citam que a diluição dos dejetos implica na elevação dos custos de coleta, armazenagem, tratamento, transporte e distribuição dos mesmos. Explicam também que, nas esterqueiras, a degradação da matéria orgânica ocorre a partir da fermentação anaeróbia, resultando em gás metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Resultados de estudos de Dalla Costa *et al.* (2001) concluem que, em geral, as dietas utilizadas na produção de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação estão adequadamente formuladas, porém com problemas relacionados ao nível de zinco nas dietas de creche e excesso de alguns minerais, o que contribui para aumentar o poder poluente dos dejetos.

Segundo Jelineck (1997) *apud* Perdomo *et al.* (2001), de uma forma geral, estima-se que um suíno (na faixa de 16 a 100 kg de peso vivo) produz de 4,9% a 8,5% de seu peso corporal em urina e fezes diariamente.

Konzen e Barros (1997) afirmam que um animal consome, em média, 2,4 kg de ração e 5 litros de água por dia, sendo que apenas 30% deste total são convertidos pelo seu organismo em forma de crescimento e ganho de peso, sendo o restante eliminado através de seus dejetos.

Já Konzen (2003) afirma que o ciclo completo da criação de suínos (produção que abrange todas as fases do desenvolvimento dos animais, até sua terminação) gera de 140 a 170 litros por dia por fêmea. O volume de dejetos por matriz é de 35 a 40 litros por dia no núcleo de produção de leitões, e na terminação (leitões de 25 a 110 kg), a produção diária varia de 12 a 15 litros por suíno.

**Tabela 3.7. Produção média diária de esterco, esterco e urina e dejetos líquidos por animal e fase**

CATEGORIA DE SUÍNOS	ESTERCO (kg)	ESTERCO + URINA (kg)	DEJETOS LÍQUIDOS (L)
25-100kg	2,30	4,90	7,00
Porcas em gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas em lactação	6,04	18,00	27,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Leitão desmamado	0,35	0,95	1,40
MÉDIA	2,35	5,80	8,60

**FONTE: Oliveira (1993).**

Oliveira (1993), como mostrado na Tabela 3.7, afirma que a produção média de dejetos líquidos é da ordem de 8,6 litros por suíno.

De acordo com Konzen (1997) *apud* Holtz (2010), os dejetos dos suínos são resíduos escuros, viscosos e com odor desagradável, constituídos por fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros, água proveniente da limpeza das instalações, resíduos de ração, pelos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo de criação.

Silva (1996) *apud* Diesel *et al.* (2002) apresenta a composição química média dos dejetos suínos obtida em uma unidade de tratamento de dejetos em Concórdia.

**Tabela 3.8. Composição química dos dejetos suínos obtida na Unidade do Sistema de Tratamento de Dejetos da EMBRAPA, Concórdia (SC)**

PARÂMETRO	MÍNIMO (mg/L)	MÁXIMO (mg/L)	MÉDIA (mg/L)
DQO	11.530	38.448	25.543
Sólidos totais	12.697	49.432	22.399
Sólidos voláteis	8.429	39.024	16.389
Sólidos fixos	4.268	10.408	6.010
Sólidos sedimentáveis	220	850	429
Nitrogênio total	1.660	3.710	2.374
Fósforo total	320	1.180	578
Potássio total	260	1.140	536

**FONTE: Silva (1996) *apud* Diesel *et al.* (2002).**

### 3.6. UTILIZAÇÃO DOS DEJETOS

Em função de suas características químicas, de acordo com Scherer (2000), os dejetos de suínos tem um alto potencial de

fertilização, podendo substituir, em parte ou totalmente, a adubação química, e contribuir para o aumento da produtividade das culturas e a redução dos custos da produção. Por outro lado, o autor cita que podem também causar danos ao meio ambiente.

Seganfredo (1999) diz que a disposição irregular dos dejetos tratados e não tratados dos suínos no solo é uma das alternativas encontradas pelos produtores para escoarem os efluentes da produção. O autor enfatiza ainda que esta alternativa é também uma das técnicas de pós-tratamento dos efluentes, uma vez que o lodo gerado no tratamento fornece nutrientes ao solo para a produção de novas culturas. Esta solução tem sido a de maior receptividade por parte dos agricultores, por ser a de mais fácil operacionalização na propriedade.

Assim, em função da grande variabilidade nos teores de nutrientes dos dejetos de suínos, das dificuldades operacionais e dos custos elevados para o transporte dos dejetos por longas distâncias, há uma tendência dos agricultores em aplicarem doses no solo maiores do que as recomendadas (Damasceno, 2010).

Brandjes *et al.* (1996) *apud* Seganfredo (1999) afirmam que os resíduos orgânicos dos suínos contêm elementos químicos que podem constituir nutrientes para o desenvolvimento das plantas quando adicionados ao solo. Após sua mineralização, estes nutrientes exercem a mesma função nas plantas que a dos fertilizantes químicos.

Seganfredo (1999), agora citando Ketelaars e Meer (1998), Pain (1998) e Burton (1996), explica que “para que qualquer sistema agrícola adubado com dejetos constitua um sistema auto-sustentável, ou seja, que possa ser produtivo, lucrativo e repetido indefinidamente com isenção ou mínimos danos ambientais, é necessário que, por um lado, as quantidades retiradas pelas plantas sejam repostas por meio de adubações orgânicas ou químicas e, por outro, que as quantidades de nutrientes adicionadas não sejam maiores do que aquelas requeridas pelas plantas. Se as quantidades adicionadas forem menores, haverá diminuição da produtividade e, por consequência, da lucratividade, o que inviabiliza o sistema do ponto de vista econômico. Se as quantidades adicionadas forem maiores, no entanto, haverá acúmulo de nutrientes no solo, resultando, em médio e longo prazos, numa série de inconvenientes de grande repercussão econômica”.

Seganfredo (2000) explica que, para que se faça apropriada a aplicação de maiores quantidades de dejetos no solo, é necessário que se reduza o poder poluente destes, utilizando-se rações que diminuam a

quantidade de nutrientes perdidos nos dejetos, além da criação de suínos selecionados, visando o melhor aproveitamento dos nutrientes.

Como opções à destinação dos efluentes da produção, existem as alternativas da produção de gás metano (biogás) e outros tipos de energia; da transformação em adubos orgânicos processados e da alimentação de outras espécies, destacando-se os bovinos e peixes (Oliveira, 1993; Konzen, 1983 *apud* Seganfredo 1999).

Seganfredo (1999) diz que enquanto persistir o desequilíbrio entre a composição química dos dejetos e a quantidade de nutrientes requerida pelas plantas, recomenda-se um alerta quanto à sustentabilidade dos sistemas agrícolas adubados com tais detritos, pois resultarão em acúmulo de nutrientes no solo que, em excesso, serão nocivos ao ambiente.

A FATMA, através da sua Instrução Normativa nº 11, regulamenta a quantidade máxima de dejetos utilizados em lavoura, que é de 50 m<sup>3</sup> por hectare por ano. Exige, ainda, recomendações de adubação indicadas por laudos com base em análises do solo.

### 3.7. POLUIÇÃO DIFUSA

O comprometimento da qualidade da água nos mananciais para fins de abastecimento doméstico é decorrente de poluição causada por diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola (Merten e Minella, 2002).

A poluição difusa conta com a complexidade da identificação de sua origem, pois o escoamento superficial e subsuperficial são os agentes dominantes do transporte dos poluentes (Santos e Maillard, 2005). Os autores explicam que o caráter sazonal e a capacidade de atingir extensas áreas são fatores que também envolvem seu controle.

Segundo Merten e Minella (2002), os poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais, embora, para as condições brasileiras, não se tem quantificado o montante de contribuição desses poluentes para a degradação dos recursos hídricos. Já Gburek e Sharpley (1998) afirmam que, de acordo com a USEPA (Agência de Proteção Ambiental Norte-americana), admite-se que 50% dos rios e 60% dos lagos contaminados tiveram a qualidade de suas águas comprometida devido à carga poluente proveniente principalmente da agricultura.

A poluição causada pela suinocultura pode ocorrer de duas formas: pontualmente, quando a contaminação é causada pelo

lançamento direto dos efluentes da produção num corpo hídrico, ou difusamente, causada, principalmente, pelo escoamento superficial e a lixiviação dos compostos orgânicos que atingem o solo.

Quando os dejetos são utilizados no campo como fertilizantes, elevam-se as possibilidades de contaminação das águas de superfície por nutrientes transportados por escoamento superficial, com destaque para o fósforo (P) e o nitrogênio (N), além de microrganismos potencialmente patogênicos (Damasceno, 2010).

Merten e Minella (2002) explicam que a degradação dos mananciais ocorre, principalmente, devido ao aumento da atividade primária das plantas e algas em decorrência do aporte de nitrogênio e fósforo proveniente das lavouras e do deflúvio superficial agrícola. Segundo os autores, parte deste processo de desenvolvimento implica no consumo do oxigênio dissolvido nas águas, reduzindo sua disponibilidade ao longo do tempo, afetando o ecossistema. Enfatizam ainda que, além dos impactos causados aos ecossistemas aquáticos, o aumento dos níveis de nutrientes na água pode comprometer sua utilização para abastecimento doméstico, uma vez provocadas alterações no sabor e odor da água ou devido à presença de toxinas liberadas pela floração de alguns tipos de algas.

Características da bacia, como uso da terra, a cobertura do solo, a declividade do terreno, entre outros atributos, são capazes de afetar a qualidade das águas, uma vez que são mecanismos naturais de regulação de sedimentos e compostos químicos eventualmente escoados. Dentro destas características, a utilização do solo e a manutenção de sua cobertura natural em algumas regiões podem ser manipuladas de forma a manter ou melhorar a qualidade dos recursos hídricos, uma vez que podem servir como meios detentores e/ou transformadores de nutrientes (Basnyat *et al.*, 1999).

Citando Pote *et al.* (2001), os autores confirmam que “a utilização de dejetos de suínos como fertilizantes orgânicos também pode contribuir para a contaminação dos recursos hídricos se as quantidades aplicadas forem superiores à capacidade do solo e das plantas absorverem os nutrientes presentes nesses resíduos. Dessa forma, poderá haver contaminação das águas superficiais pelo deflúvio quando a capacidade de infiltração da água no solo for baixa, e contaminação das águas subterrâneas quando a infiltração da água no solo for elevada”.

Berto (2004) expõe que entre as três principais atividades agropecuárias praticadas na região de Concórdia (bovinocultura,

avicultura e suinocultura), a suinocultura é que apresenta a maior concentração representando maior risco à poluição difusa originada de seus dejetos.

Mello e Filippi (2007) expressam que a escala de produção da suinocultura atual é expressivamente maior do que a capacidade das unidades em produzir os alimentos necessários ao plantel. Como resultado desta intensificação, a maior parte dos estabelecimentos não possui área de terra suficiente para reciclar todos os dejetos produzidos, saturando o solo e acarretando riscos para a qualidade dos recursos naturais.

Miranda *et al.* (2000) concluem, após análise fisiográfica, que somente 29,5% da área da bacia do Lajeado dos Fragosos possuem condições adequadas de solo e relevo para disposição dos dejetos da produção suinícola como prática de fornecimento de matéria orgânica e nutrientes ao solo. Os autores, citando Rolas, consideram 60 m<sup>3</sup> por hectare por ano como valor médio de aplicação recomendados à cultura do milho, e constatam que, hoje, esta relação é superavitária. Assim, calculam em seu trabalho que, trazendo esta hipótese para uma situação mais realista, onde cerca de 30% da área total das propriedades suinícolas são capazes de receber os dejetos para uso como fertilizante, a relação se elevaria para 172 m<sup>3</sup> por hectare por ano. A legislação estadual permite, segundo a *Instrução Normativa nº 11* da FATMA, uma taxa de aplicação de dejetos de 50 m<sup>3</sup>/ha.ano para agricultura.

Mello e Filippi (2007) afirmam que, mesmo quando o suinocultor dispõe de terra suficiente para reciclar os dejetos, os riscos de poluição ambiental são grandes, pois, tecnicamente, a disposição no solo só poderia ser feita no momento que antecede o plantio da lavoura, ou seja, no caso do oeste catarinense, entre os meses de agosto e dezembro, e de março a maio (considerando os plantios de verão e inverno). Os autores explicam que esta logística exigiria depósitos de dejetos, como esterqueiras ou bioesterqueiras, cujo volume disponível nem sempre é compatível com a escala de produção, e mesmo assim, quando o agricultor possui depósito de dejetos compatível com o volume produzido, os riscos de contaminação ambiental causados por extravasamento das esterqueiras são grandes, já que períodos prolongados de chuva ocorrem com frequência.

Santos e Maillard (2005) enfatizam que a forma mais eficaz de evitar ou reduzir a poluição na sua forma difusa é o manejo adequado do solo, realizado em toda a área da bacia, respeitando-se sempre suas características físicas, o regime das chuvas e as atividades humanas

desenvolvidas. Além disto, discorrem sobre a manutenção das matas marginais, as quais constituem uma das mais importantes medidas mitigadoras, uma vez que formam uma barreira física que impede o alcance, aos cursos d'água, de sedimentos, resíduos de adubos e defensivos agrícolas.

Áreas declivosas, nascentes e margens de rios, áreas de recarga dos aquíferos são consideradas áreas ecologicamente frágeis, e muitas são bacias vertentes do complexo sistema formador da drenagem de grandes rios, que fornecerão água para o abastecimento dos centros urbanos (Merten e Minella, 2002). Assim, os autores fazem referência à sua preservação, ou então à sua exploração por sistemas agroflorestais com baixo impacto ambiental.

### 3.8. ANÁLISE DE RISCO

As atividades humanas são sistemas potenciais de geração de acidentes, das quais muitas podem causar danos ao meio ambiente e à saúde pública (Feliciano Filho, 2008). O mesmo autor explica que os processos devem ser submetidos a uma análise de riscos, onde as possibilidades da ocorrência de acidentes possam ser avaliadas em relação à probabilidade de seu acontecimento e à magnitude de seus possíveis danos.

Ainda segundo Feliciano Filho (2008), a análise de riscos envolve a identificação, avaliação, gerenciamento e comunicação de riscos ao meio ambiente e à saúde pública, permitindo antecipar e atuar sobre eventos ambientalmente danosos, de forma a planejar ações de controle, montar equipes e a agir em emergências.

EPA (1998) define risco como a medida de perda econômica e/ou danos à vida humana resultante da combinação entre a frequência de ocorrência de um evento e a magnitude dos danos ou perdas.

A Política Nacional de Defesa Civil (2007) apresenta duas definições para risco:

- *Medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis;*
- *Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso determinado se concretize, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.*

EPAGRI (2010) define risco como a “*probabilidade da ocorrência de danos e/ou perdas sociais e econômicas, podendo ser expresso por uma ameaça e a existência de condições de vulnerabilidade*”. Já UNIDSR (2009) define risco como a combinação entre a probabilidade de um evento e suas consequências negativas.

Castro *et al.* (2005) abordam risco como uma categoria de análise associada às noções de incerteza, exposição ao perigo, perdas e prejuízos, em função de processos naturais. Cientificamente, segundo os autores, risco refere-se à probabilidade de ocorrência de processos inconstantes e à maneira como estes processos afetam a vida humana.

Na literatura científica e no vocabulário geral, o termo risco é comumente considerado sinônimo de perigo (Augusto Filho *apud* Castro *et al.*, 2005). Entretanto, a bibliografia dá diferentes definições para estes dois termos, associando perigo à ameaça.

Muitos autores expressam risco como sendo uma função que engloba ameaça e vulnerabilidade.

$$RISCO = f(AMEAÇA, VULNERABILIDADE) \quad \text{Eq. 1}$$

EPAGRI (2010), assim como outros autores, expressa risco matematicamente, como na seguinte função:

$$RISCO = AMEAÇA \times VULNERABILIDADE \quad \text{Eq. 2}$$

Torna-se importante, aqui, verificar a definição destes outros dois termos, segundo a bibliografia.

A Política Nacional de Defesa Civil assim define ameaça: “*estimativa de ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento e da provável magnitude de sua manifestação*”.

Já UNIDSR (2009) define ameaça (*hazard*) como fenômeno, substância, atividade humana ou condição que pode causar morte, ferimentos ou outros impactos à saúde, além de danos à propriedade.

EPAGRI (2010) define ameaça como sendo um fator externo que corresponde à probabilidade de um fenômeno, natural ou antrópico, ocorrer em uma região em um determinado tempo.

Cuter *apud* Castro *et al.* (2005) explica que a ameaça surge da interação entre os sistemas social, natural e tecnológico, sendo descrita em função da sua origem, exemplificando, como ameaça natural, terremotos, furacões e escorregamentos.



Outro conceito que se torna importante para compreensão da equação de risco é o de vulnerabilidade. A Política Nacional de Defesa Civil o define de duas maneiras:

- Condição intrínseca ao sistema receptor que, em interação com a magnitude de um evento, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis;
- Relação existente entre a magnitude da ameaça e a intensidade do dano consequente.

UNISDR (2009) define vulnerabilidade como as características e circunstâncias de um sistema que o fazem se tornar suscetíveis a efeitos danosos ou a ameaças. A mesma fonte cita que, no senso comum, a palavra é mais amplamente utilizada para representar a exposição de elemento.

Já EPAGRI (2010) define vulnerabilidade como sendo um fator intrínseco, correspondente às condições (sociais, ambientais, econômicas, etc.) nas quais um sistema se encontra para enfrentar uma ameaça.

Feliciano Filho (2008) afirma que risco está sempre associado à chance de acontecer um evento indesejado e, por isso, deve-se entender que perigo é uma propriedade intrínseca da situação, que não pode ser controlada ou reduzida. Entretanto, o autor afirma que o risco sempre pode ser gerenciado, atuando-se ou na sua frequência de ocorrência ou nas suas consequências, ou em ambas.

Castro *et al.* (2005) explicam que análise de risco é a utilização da informação disponível visando estimar os riscos a que indivíduos, propriedades ou o ambiente estão sujeitos. Os autores afirmam ainda que, necessariamente, a análise de risco compreende a identificação de ameaças (perigos), pressupondo uma quantificação e/ou qualificação dos seus efeitos para a coletividade.

EPA (1998) afirma que o estudo de análise de risco deve sempre envolver as etapas a seguir:

- Identificação: desenvolvimento de estimativas qualitativas e quantitativas do risco, concordando frequências e consequências;
- Avaliação: resultados da análise de riscos para a tomada de decisões quanto ao gerenciamento dos riscos, comparando-os com critérios de tolerabilidade de riscos previamente estabelecidos;

- Gerenciamento: formulação e implantação de medidas e procedimentos que visam prevenir, controlar e reduzir os riscos existentes.

O conhecimento do risco imposto por uma determinada atividade, seja ela rural ou industrial, permite a adoção de medidas necessárias à redução deste risco (CETESB, 2011).

A partir da compreensão dos termos apresentados, traz-se para a situação da bacia do Lajeado dos Fragosos as definições dadas.

A contaminação dos recursos hídricos da região advindos da produção suinícola ocorre graças ao carreamento, pela água das chuvas, de substâncias dispostas na superfície. Estas substâncias atingem o corpo receptor depois de percoladas pelo solo ou escoadas superficialmente.

Assim, não haveria o risco de contaminação das águas caso não houvesse a disposição dos dejetos no solo (ameaça). Fazendo uma analogia matemática desta situação, se um dos termos da Equação 2 (ameaça ou vulnerabilidade) for igual a 0 (zero), o resultado final (risco) terá igual valor.

Assim, ações devem ser tomadas com intuito de minimizar o aporte dos nutrientes ao corpo receptor, ou seja, deve-se agir com a intenção de minimizar o grau de risco da bacia. O mantimento da cobertura vegetal, a aplicação dos dejetos em regiões distantes dos corpos d'água e em terrenos mais planos, e a redução da aplicação dos dejetos em solos rasos e pouco permeáveis são atitudes que reduziriam o grau de risco desta atividade.

### 3.9. AHP

O AHP (*Analytic Hierarchy Process*), ou Método Analítico Hierárquico, desenvolvido pelo matemático norte-americano Thomas L. Saaty, na década de 70, é uma ferramenta de apoio à tomada de decisão multicritério cujo processo básico de aplicação consiste em priorizar a importância relativa de elementos fundamentais à tomada de uma decisão em relação a um objetivo, através de avaliações parciais destes elementos (Tortorella, 2006).

De acordo com Tortorella & Fogliatto (2008), o AHP é um dos métodos de apoio à tomada de decisão multicritério com maior número de aplicações práticas reportadas na literatura, especialmente em problemas envolvendo avaliações subjetivas, sendo utilizado como ferramenta de priorização. Ainda segundo os autores, o método é

aplicado nos campos da engenharia, educação, indústria e setores governamentais, e os problemas abordados são tipicamente de seleção e avaliação de alternativas.

Costa *et al.* (2010) explicam que o método avalia a importância relativa dos critérios, compara suas alternativas (fatores) e determina um *ranking*. Já Oliveira *et al.* (2011) frisam em seu trabalho que o método é aplicável a problemas orientados por múltiplos atributos, e ao mesmo tempo incorpora as preferências e a experiência dos tomadores de decisão, definindo uma sequência cardinal de importância dos atributos avaliados.

Segundo Steiguer *et al.* (2003), o método é bastante difundido por possuir atributos tais como:

- Aplicável para situações de decisão multicritério;
- É um processo estruturado de tomada de decisões que pode ser replicado;
- Aplicável para situações de julgamentos subjetivos;
- Permite utilizar dados quantitativos e qualitativos;
- Fornece medidas de consistência das preferências;
- Há vasta documentação sobre aplicações do método na literatura acadêmica;
- Encontra-se disponibilizado em *softwares* com suporte técnico e educacional.

Costa *et al.* (2010) citam em seu trabalho que, após a etapa de hierarquização da tabela que representa o problema, é necessária a análise dos fatores por parte de avaliadores, os quais necessariamente devem ter conhecimento do problema abordado no foco principal. Estes avaliadores são especialistas responsáveis pela análise do grau de importância dos elementos de um critério. Nunes Jr. (2006) afirma que, na tomada de decisão para ponderação dos fatores de análise, a experiência e o conhecimento do avaliador são tão importantes quanto às informações utilizadas, pois, caso as avaliações sejam feitas por pessoas que não possuem conhecimento suficiente do problema, a qualidade da decisão pode ser medíocre ou errônea.

### **3.10. ESCALA DIFERENCIAL SEMÂNTICA**

O método da escala diferencial semântica é outra simples alternativa para ordenar os fatores, considerando apenas sete níveis que expressam a importância relativa (Osgood, 1957 *apud* Silva, 2010).

Silva (2010) explica que se adiciona a cada fator um valor de 1 (um) a 7 (sete), indicando o maior valor ao fator mais importante, e o menor valor ao fator analisado menos importante. Assim, procede-se à normalização destes valores, calculando-se o peso de cada fator em função da nota atribuída.

### 3.11. ESPACIALIZAÇÃO COM SIG

Técnicas de geoprocessamento por SIG (Sistema de Informações Geográficas) permitem trabalhar com informações espacialmente referenciadas (Rosário, 2010). Estudos utilizando a distribuição espacial de dados georreferenciados têm se tornado cada vez mais comuns devido à disponibilização de *softwares* de sistemas de informação geográfica de baixo custo e com interfaces amigáveis (Câmara *et al.*, 1999).

Rosário (2010) citando Cullen Jr. (2006) afirma que a ferramenta SIG facilita a integração e análise dos dados, caracterizando itens geológicos e geomorfológicos, capaz de produzir mapas e relatórios.

Davis e Câmara (1999) explicam que os SIG permitem inserir e integrar, em uma única base de dados, informações espaciais de dados cartográficos, censitários, cadastros urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno. Oferecem também ferramentas para que seja possível combinar estas e outras diversas informações, assim como consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados.

Ranieri *et al.* (1998) concluem que as ferramentas SIG são úteis para trabalhos que envolvem mapeamento e aplicação de diferentes cenários, uma vez que estes podem ser manipulados e alterados, informações podem ser cruzadas e mapas temáticos podem ser criados com rapidez e relativa simplicidade.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 4.1.1. Aspectos gerais

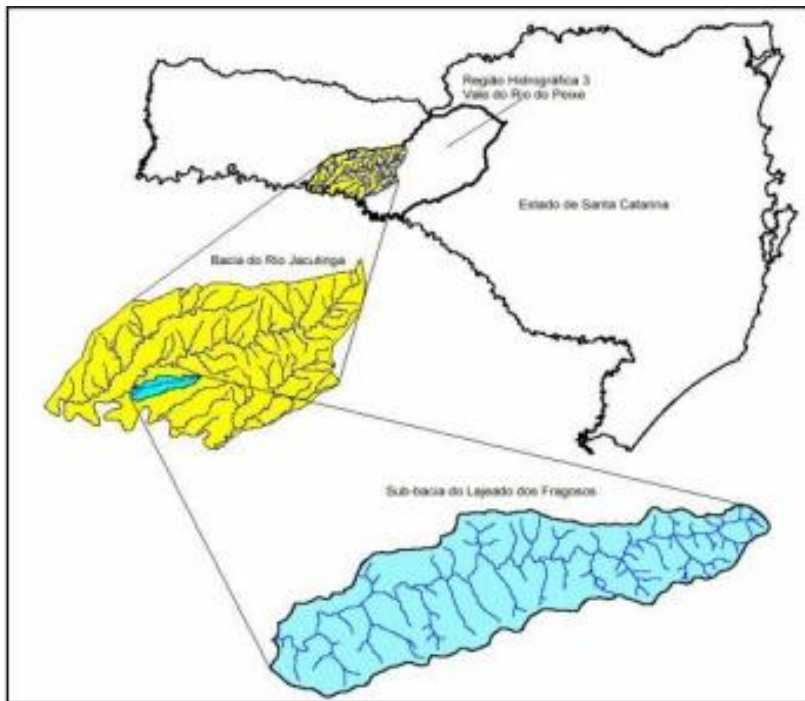
O Estado de Santa Catarina está situado na região sul do país. Possui uma área de 95.703 km<sup>2</sup> (IBGE Estados), e uma população de 6.248.436 habitantes (IBGE, 2010). A Lei Estadual nº 10.949, de 09 de novembro de 1998, divide o estado em dez regiões hidrográficas, mostradas na figura abaixo.



**Figura 4.1. Regiões hidrográficas de Santa Catarina**  
**FONTE: SDS.**

O município de Concórdia está inserido dentro da Região Hidrográfica 3 – RH do Vale do Rio do Peixe. Esta RH é composta por 35 municípios, possui uma área de 8.189 km<sup>2</sup> (Fundacentro, 2012), e compreende as sub-bacias dos rios do Peixe e Jacutinga (ABES, 2005).

Dentro da RH 3 está localizada a Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos, região de estudo deste trabalho. Localizada entre as latitudes 27°10' e 27°16' sul e longitudes 52°12' e 52°02' oeste (Miranda e Coldebella, 2002), a bacia é composta por dois distritos, oito comunidades rurais e dois bairros residenciais, abrangendo uma área de 61,54 km<sup>2</sup>, ou 7,62% da área total do município de Concórdia (EMBRAPA, 2004).



**Figura 4.2. Localização da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos.**  
**FONTE: FATMA e EMBRAPA – PNMA II (2006).**

De acordo com EMBRAPA (2004), apesar de a atividade predominante ser a agropecuária, há na bacia áreas residenciais urbanas, agroindústrias, escolas e atividades comerciais.

#### **4.1.2. Complexo hidrológico**

A região é constituída por um conjunto de redes de drenagem, sendo a principal delas formada pelo Rio Fragosos e seus diversos pequenos afluentes. O rio principal desemboca no Rio Jacutinga, e parte de sua foz está inundada devido à formação do lago da barragem de Itá (FATMA e EMBRAPA, 2006).

A ordem (3ª) e a densidade de drenagem (1,54 km/km²) indicam que a área apresenta sistema de drenagem medianamente desenvolvida. O índice de sinuosidade do curso d'água principal (30,0%) o classifica

na transição entre reto e divagante, característica do embasamento rochoso da região (basalto) (FATMA e EMBRAPA, 2006).

O comprimento total dos cursos d'água permanentes na área em estudo é de 94,85 quilômetros (FATMA e EMBRAPA, 2006).

#### **4.1.3. Altimetria**

A cota máxima na bacia é de 862 metros, sendo que na foz a cota é de 320 metros, e a altitude média da região é de 596 metros (FATMA e EMBRAPA, 2006).

Os valores de declividade média (23,53%) e do tempo de concentração (5 horas e 25 minutos) sugerem a ocorrência de uma média à alta velocidade do escoamento superficial. A declividade média de 23,53% indica a presença de áreas íngremes (FATMA e EMBRAPA, 2006).

#### **4.1.4. Aspectos climáticos**

A área de estudo está inserida na região climática, de acordo com a classificação de Köppen, categorizada como clima subtropical úmido com verão quente (Cfa). A temperatura média anual na região é de 18,7°C, sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes, junho e julho os mais frios, apresentando temperaturas médias em torno de 15°C. As chuvas são regulares e bem distribuídas durante o ano todo, sem estação seca bem definida (Berto, 2004).

Ainda segundo o autor, a maior probabilidade de ocorrência de geadas é entre os meses de maio e agosto, com probabilidade de ocorrência de 50% no mês de junho.

### **4.2. ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE DEJETOS NA REGIÃO DE ESTUDO**

Para as estimativas da quantidade de dejetos produzidos pelos animais, foi considerado que todas as unidades praticavam a produção de ciclo completo. Esta afirmação é imprecisa, haja vista que muitas propriedades são unidades produtivas dedicadas somente às fases específicas de creche, produção de leitões e terminação, incluindo propriedades com mais de um tipo de produção. Entretanto, não foi possível realizar a espacialização das unidades específicas com base na literatura disponível.

Nesta pesquisa não foi descartado nenhum uso e ocupação do solo, mesmo aqueles em onde sabe-se que não há disposição de dejetos da produção suinícola.

#### 4.3. SELEÇÃO DOS CRITÉRIOS E FATORES DE ESCALA

No contexto da suinocultura e da ameaça ambiental que representa esta atividade, e em virtude dos problemas causados pela atividade na região do presente estudo, foram definidos alguns critérios para a análise das áreas de maior risco.

A escolha de critérios tem dois objetivos: listar os aspectos considerados de maior relevância relativos aos problemas ambientais causados pela produção de suínos e, dentro destes aspectos, explicitar fatores característicos da bacia em estudo que podem exercer algum tipo de influência no escoamento dos nutrientes oriundos dos dejetos de suínos ao corpo hídrico principal da bacia, o Rio Fragosos.

Neste estudo foram considerados quatro critérios: fisiografia, clima, solo e produção. Estes critérios foram desenredados em seis fatores, as quais farão parte das principais análises neste estudo:

- Fisiografia: declividade do terreno;
- Clima: precipitação;
- Solo: tipo de solo (pedologia), uso e ocupação do solo;
- Produção: distância aos corpos receptores, densidade de suínos.



**Figura 4.3. Critérios fatores de análise**



### 4.3.1. Declividade do terreno

A declividade do terreno, único fator destacado dentro das características fisiográficas da bacia, é aqui considerada pela sua importante contribuição no escoamento superficial e na percolação de efluentes durante eventos chuvosos.

De acordo com Lepsch (2010), a inclinação do terreno influencia muito no maior ou menor arrastamento superficial das substâncias dispostas no solo. O autor explica que, nos terrenos planos ou levemente inclinados, a água escoar em baixas velocidades, e tem mais tempo para se infiltrar no solo; já nos terrenos muito inclinados, a resistência ao escoamento é menor, fazendo com que as águas atinjam maiores velocidades.

FATMA e EMBRAPA (2006) fornecem valores de algumas características físicas da bacia Lajeado dos Fragosos. Entre elas, a declividade média do terreno, de 23,53%. Ainda segundo o mesmo documento, a altitude máxima encontrada na bacia é de 862 metros, e a mínima de 320 metros; o tempo de concentração da bacia é de 5 horas e 25 minutos.

Assim, para que pudesse ser feita a análise das declividades encontradas na bacia, foram definidas classes de declividade com base nas classes definidas por Galvêncio *et al.* (2006), que classifica o relevo segundo a proposição de Lepsch.

Estas classes, listadas na tabela a seguir, foram definidas em função da facilidade do manejo agrícola do terreno, como especificado na sequência, segundo os autores supracitados.

**Tabela 4.1. Classes de declividade**

CLASSES DE DECLIVIDADE (%)
0 a 10
10 a 15
15 a 20
20 a 25
Acima de 25

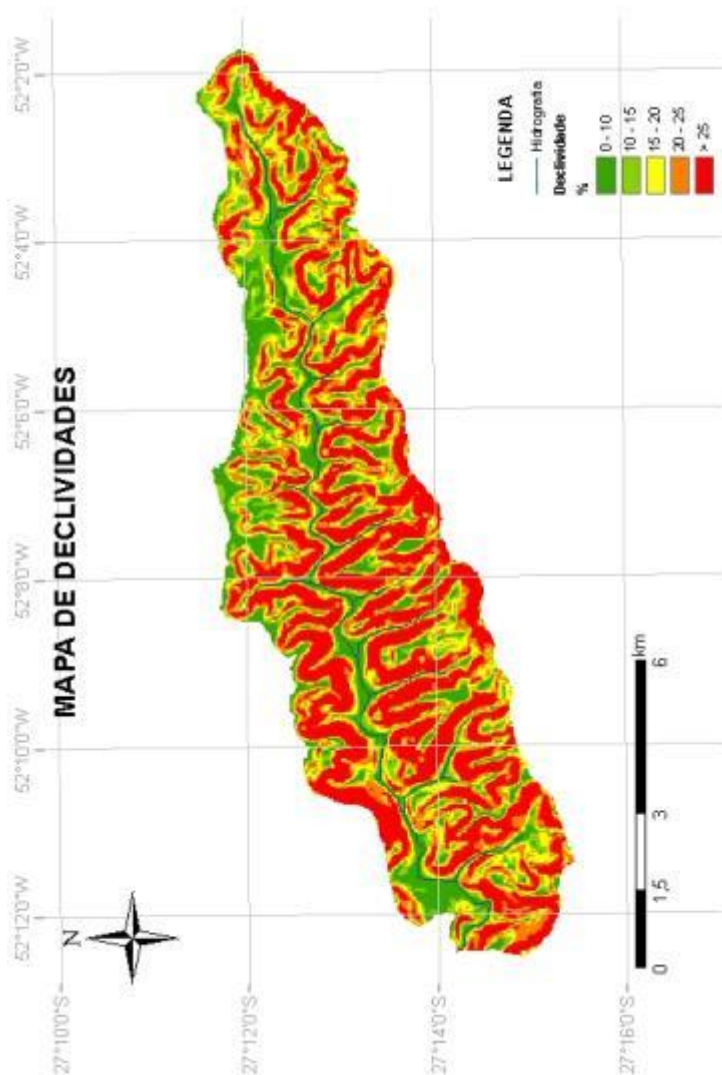
**FONTE: Galvêncio *et al.* (2006).**

- 0% a 10%: relevo definido como Classe A (0% a 5%) e Classe B (5% a 10%); áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial é lento ou médio. A declividade

do terreno não dificulta o uso de máquinas agrícolas; não há erosão hídrica significativa; a exploração do solo pode ocorrer com culturas anuais permanentes, pastagens e reflorestamento. Práticas simples de conservação do solo são necessárias para alguns tipos de solos.

- 10% a 15%: relevo definido como Classe C; áreas inclinadas, normalmente em relevo ondulado, onde o escoamento superficial é médio ou rápido. A declividade do terreno normalmente não dificulta o uso de máquinas agrícolas; a erosão hídrica oferece poucos problemas, podendo ser controlada com práticas simples, mas técnicas mais complexas se fazem necessárias para a conservação do solo, a fim de permitir o cultivo intensivo nestes terrenos.
- 15% a 20%: relevo definido como Classe D; áreas muito inclinadas em relevos colinosos; escoamento superficial rápido; embora com dificuldades, grande parte do maquinário agrícola pode ser utilizado.
- 20% a 25%: relevo definido como Classe E; áreas fortemente inclinadas; escoamento superficial muito rápido. Maquinário agrícola especial ou muito leve pode ser utilizado, ainda assim com grandes limitações. Para terrenos com estas declividades, a exploração agrícola não é recomendada.
- Declividade superior a 25%: relevo definido com Classe F; áreas íngremes, em regiões montanhosas, o que praticamente inviabiliza o uso de qualquer máquina agrícola. Escoamento superficial muito rápido; solos extremamente suscetíveis à erosão hídrica, reservados exclusivamente à preservação da fauna e da flora.

A Figura 4.4 mostra as declividades correntes na bacia hidrográfica Lajeado dos Fragosos, de acordo com as classes definidas. Este mapa foi obtido através do *Modelo Digital de Elevação* (EPAGRI, 2005), após utilização de ferramentas de *software* de geoprocessamento (ESRI® ArcGIS 9.3).



**Figura 4.4. Mapa de declividades da bacia**  
**FONTE: Acervo próprio, elaborado a partir de EPAGRI (2005).**

Como pode ser visto no mapa acima, a bacia Lajeado dos Fragosos é uma região colinosa, com muitas áreas pertencentes às classes *E* e *F* segundo proposição de Lespch, compreendendo muitas áreas com declividades superiores a 20%. Na Figura 4.4 estas regiões são representadas pelos tons alaranjados e avermelhados.

No mapa, áreas em torno dos corpos d'água são mais planificadas (entre 0% e 15%), notadas pela coloração esverdeada. No limite norte da bacia também pode ser verificada a ocorrência de regiões com estas características.

Áreas de transição entre regiões declivosas e planificadas, margeando as regiões avermelhadas no mapa, são facilmente notadas pela coloração amarelada, representando declividades entre 15% e 20%.

### 4.3.2. Precipitação

A precipitação, fator de análise escolhido dentro dos critérios climáticos, é essencial para que haja o escoamento e/ou percolação de nutrientes do solo ao corpo receptor.

De acordo com EMBRAPA (2004), as chuvas são bem distribuídas em toda a região da bacia, com precipitações totais acima de 1.500 mm por ano, não existindo uma estação seca definida.

A Agência Nacional das Águas (ANA) mantém pontos de monitoramento pluviométrico distribuídos por todo o território nacional. Para este estudo foram obtidos dados de uma destas estações de captação. Trata-se da estação localizada no município de Concórdia, inscrita sob o código 2752005, localizada nas coordenadas 27°18'52''S e 51°59'36''O, a uma altitude de 600 metros, e operada pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). Estes dados estão disponíveis no *website* HidroWeb, da ANA.

Foram obtidos índices pluviométricos diários, de janeiro de 1955 a fevereiro de 2012, somando um total de 5.522 dados. Foi constatada a ausência de alguns dados, desconhecendo-se o real motivo para tal. Contudo, não foram efetuadas manobras matemáticas ou estatísticas para que estes dados fossem estimados; estes simplesmente não foram inseridos nas apreciações.

Analisando-os estatisticamente, verificou-se que chove, em média, 1.851,38 milímetros por ano na região da estação pluviométrica, sendo o mês de outubro o mais chuvoso – média de 204,48 mm/ano – e julho o mês menos chuvoso – média de 133,37 mm/ano. A média de precipitação para os dias em que houve eventos chuvosos é de 16,3

mm/dia, e a máxima precipitação ocorrida em um único dia foi de 145,0 mm, registrada no dia 15 de dezembro de 1970.

Apesar dos “buracos” encontrados na obtenção dos dados, tais falhas não inviabilizam seu uso, uma vez que foi possível adquirir ao menos 30 anos completos de dados. Retrata-se, aqui, a importância de se obter mais de 30 anos de dados pluviométricos para que seja possível realizar uma análise hidrológica precisa. ARPAS (2009) diz que a Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabelece que o período temporal de 30 anos constitui o período mínimo necessário para eliminar as variações climatológicas entre um ano e outro. A própria OMM (2012) diz que o período de 30 anos é usado por ser longo o suficiente para filtrar quaisquer variações ou anomalias interanuais, ao passo que é curto o suficiente para mostrar tendências climáticas futuras. A mesma organização classifica ainda a média aritmética de um fator climático (temperatura, precipitação, etc.) de um período superior a 30 anos como uma “*Normal*”, definida como ponto utilizado por climatologistas para comparar tendências climatológicas atuais àsquelas do passado.

Com isso, as classes de precipitação foram obtidas de forma estatística, a partir dos dados pluviométricos adquiridos.

Foram analisados os quartis da análise estatística dos dados de precipitação diária, além do percentil correspondente a 95% dos dados, constatando-se que:

- 25% dos eventos chuvosos ocorridos foram inferiores a 4,0 mm/dia;
- 50% dos eventos chuvosos ocorridos foram inferiores a 10,6 mm/dia;
- 75% dos eventos chuvosos ocorridos foram inferiores a 22,6 mm/dia;
- 95% dos eventos chuvosos ocorridos foram inferiores a 52,4 mm/dia;
- E 100% dos eventos chuvosos ocorridos foram inferiores a 145,0 mm/dia, volume este registrado como a máxima precipitação ocorrida em um dia.

A partir daí foram definidas as classes de precipitação, resumidas na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2. Classes de precipitação**

---

CLASSES DE PRECIPITAÇÃO (mm/dia)

---

0,0 a 4,0

CLASSES DE PRECIPITAÇÃO (mm/dia)
4,0 a 10,6
10,6 a 22,6
22,6 a 52,4
52,4 a 145,0
Acima de 145,0

### 4.3.3. Tipo de solo

Propriedades como consistência, friabilidade (facilidade em quebrar-se), densidade, porosidade, atividades biológicas, além da influência da umidade e do manejo sobre estes atributos são distintas de solo para solo (Dalmago, 2004).

A facilidade que a água tem em percolar por um solo, carreando consigo muito daquilo que se encontra depositado na superfície, é função, dentre outros fatores, das características deste solo, do seu manejo e das condições de umidade na qual se encontra. Em condições não propícias à percolação, há escoamento superficial da água, o que implica em erosão hídrica e maior no carreamento da matéria disposta.

Moreira *et al.* (2005) citam em seu trabalho que os dejetos de suínos apresentam elementos tóxicos à saúde humana, como metais pesados. Em virtude disto, os autores explicam que o solo é capaz de reter estas substâncias, evitando a contaminação das águas subterrâneas. No entanto, se esta capacidade for ultrapassada, as substâncias tóxicas em disponibilidade no meio podem entrar na cadeia alimentar dos organismos vivos, bem como ser lixiviados, colocando em risco a qualidade dos lençóis freáticos.

Blainsky *et al.* (2010) realizaram o mapeamento dos solos da bacia, descrevendo-os, realizando amostras para análises físico-químicas e classificando-os conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA. Em seu trabalho estão descritos os tipos predominantes de solos na bacia: Cambissolo Háplico, Nitossolo Vermelho e Neossolo Litólico.

IBGE (2007) descreve de maneira sucinta algumas características dos solos. Listam-se, na sequência, aqueles existentes na bacia Lajeado dos Fragosos:

- Cambissolos (do latim *cambiare* – trocar – conotativo de solos em transformação) são solos que apresentam grande variação de profundidade, sendo encontrados rasa

ou profundamente. Sua drenagem varia de acentuada a imperfeita. Suas cores são diversas, e muitas vezes são pedregosos, cascalhentos e rochosos. Sua ocorrência se dá em todas as regiões do país, especialmente em regiões serranas e montanhosas.

- Nitossolos (do latim *nitidus* – brilhante – conotativo de superfícies brilhantes em unidades estruturais) têm textura argilosa, e principalmente os Vermelhos (encontrados em Fragosos) ocorrem em praticamente todo o país, e de modo muito expressivo na Bacia Platina (desde o Rio Grande do Sul à região sudoeste do Brasil).
- Neossolos (do grego *néos* – novo – conotativo de solos em início de formação) são solos constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso (menos de 30 centímetros de espessura). Sua ocorrência se dá em quase todas as regiões do país, mas de forma dispersa, sem representação espacial significativa. Os Neossolos Litólicos, encontrados na bacia de Lajeado dos Fragosos, são de ocorrência rasa e se apresentam nos relevos muito acidentados, como as serras.

Através do *website* da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) foi adquirido o *Levantamento de reconhecimento de solos do Estado de Santa Catarina* (Fasolo *et al.*, 2004), mapa com a caracterização dos tipos de solos predominantes no estado.

Assim, através da caracterização pedológica realizada por Blainski *et al.*(2010), e conforme averiguado no mapa de uso e ocupação do solo de Fasolo *et al.* (2004), foram definidas as classes dos tipos de solos predominantes, resumidas na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3. Classes de solos**

---

CLASSES DE SOLOS

---

Cambissolo Háplico

Nitossolo Vermelho

Neossolo Litólico

---

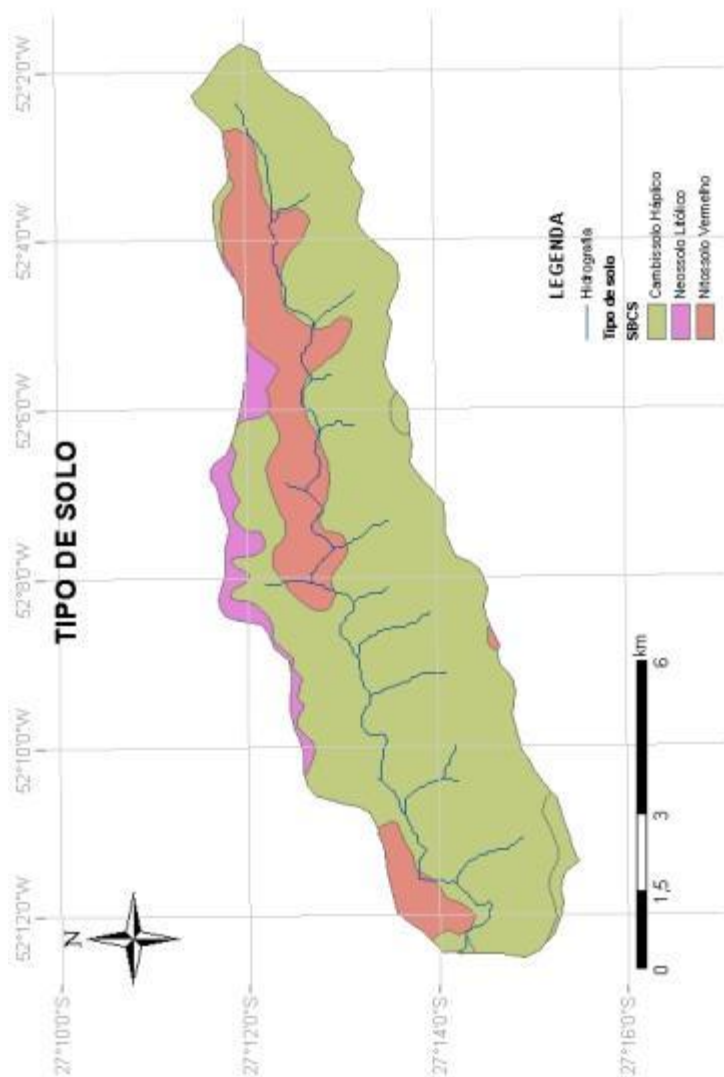
**FONTE: Blainski *et al.* (2010).**

Com o uso de ferramentas de geoprocessamento (GIS), e com o auxílio do *Mapa de unidades hidrográficas de Santa Catarina*

(FATMA/SDS, 2005), onde se encontra destacada a bacia em estudo, foi realizada a caracterização do tipo de solo somente da bacia, o que pode ser verificado na Figura 4.5.

Como se pode ver no mapa, assim como também constatado por Blainski *et al.* (2010), o tipo de solo predominante na bacia Lajeado dos Fragosos é o Cambissolo Háplico, que ocupa quase 68% da área total da bacia. Como uma faixa central, e também com uma porção na parte noroeste da bacia, representado por uma área de aproximadamente 20% da área total, encontram-se regiões de Nitossolo Vermelho. Em quantidade menos representativa, com cerca de 12,5% da área total, e localizado na região norte da bacia é possível encontrar solos com características de Neossolo Litólico.





**Figura 4.5.** Mapa dos tipos de solo  
**FONTE:** Fasolo *et al.* (2004).

#### 4.3.4. Uso e ocupação do solo

Da vegetação original existente na bacia, há hoje apenas remanescentes daquilo que um dia foi uma região florestal, e que, devido a seu porte, são confundidos com a vegetação secundária (EMBRAPA, 2004).

Como já caracterizado na Tabela 3.6, a agricultura, especialmente do milho, é de fundamental importância à economia do município, e ocupa grandes áreas.

Miranda *et al.* (2000) realizaram em seu trabalho uma caracterização do uso do solo na bacia do Fragosos. Seu trabalho, e juntamente com o *Mapa temático geral do Estado de Santa Catarina* (FATMA *et al.*, 2009), permitiu verificar a presença de áreas destinadas à agricultura, pastagens, áreas de reflorestamento, remanescentes de áreas de vegetação nativa e áreas urbanizadas.

Assim, baseado nestes estudos, foram definidas as classes de uso e ocupação do solo da bacia Lajeado dos Fragosos.

**Tabela 4.4. Classes de uso e ocupação do solo**

CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Agricultura

Área urbana

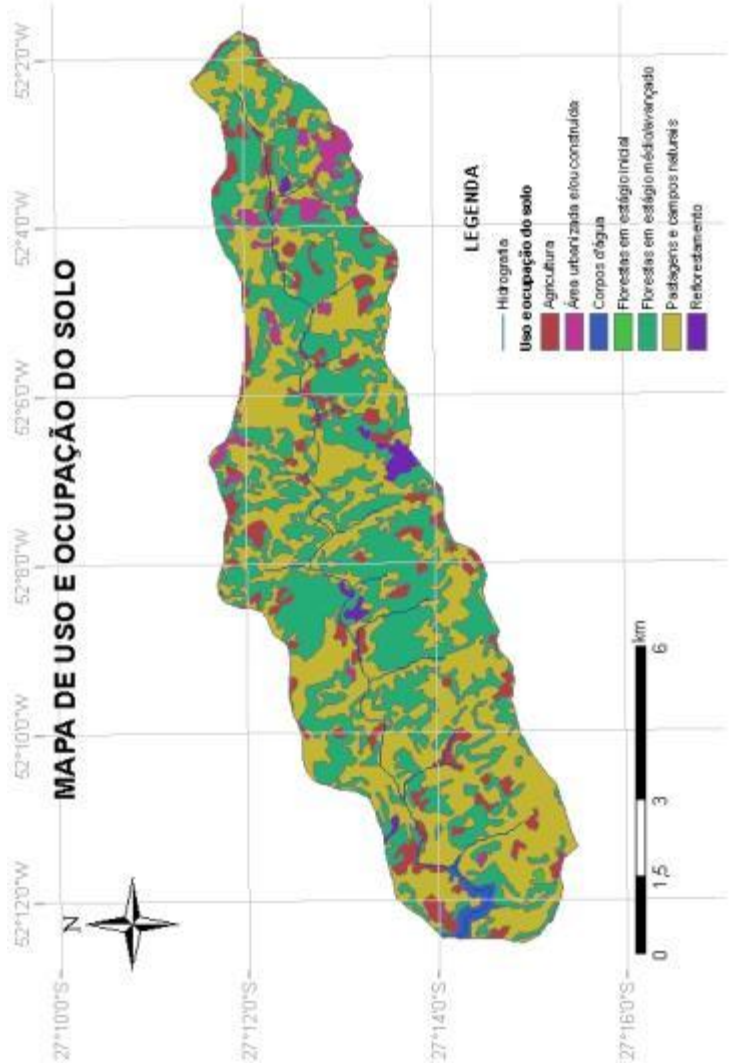
Pastagem

Floresta

Reflorestamento

**FONTE: Miranda *et al.* (2000); FATMA *et al.* (2009).**

A partir de FATMA (2009), com o auxílio de *softwares* de geoprocessamento (SIG) em procedimento semelhante aquele utilizado no tópico anterior (Tipo de solo), foi possível extrair a caracterização do uso e ocupação do solo da bacia do Lajeado dos Fragosos, mostrado na Figura 4.6.



**Figura 4.6. Mapa de uso de ocupação do solo**  
**FONTE: FATMA (2005).**

Como pode ser visto no mapa de uso e ocupação do solo, a maior parte da bacia é ocupada por regiões de florestas e pastagens. É notável o avanço da agricultura, representada no mapa através da cor vermelho escuro, assim como é possível observar a quantidade de áreas urbanizadas que começam a aparecer na região. Em menor escala, podem ser vistas áreas destinadas ao reflorestamento.

É possível verificar a existência de muitas áreas de pastagens e de agricultura que margeiam imediatamente os rios da região sem que haja qualquer remanescente de floresta nativa, como prescreve a legislação em função da largura do rio. Esta situação, assim como em outros inúmeros casos nas áreas destinadas à agricultura em todo país, demonstra a deficiência na fiscalização para manutenção das APP e omissão do poder público no que diz respeito ao cumprimento das leis e punição aos infratores. Estas áreas, por não possuírem uma estrutura que ajude a fixação do solo nas margens dos rios, certamente estão mais propensas à erosão do que aquelas protegidas pela vegetação.

#### **4.3.5. Distância dos corpos receptores**

O inciso II do art. 3º da Lei Federal 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, define Área de Preservação Permanente (APP) como *“área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”*.

A mesma lei, no seu art. 4º, inciso I, discorre sobre a proteção da vegetação nativa, seguindo o disposto na Resolução do CONAMA nº 303/2002, considerando áreas de preservação permanente, em zonas urbanas ou rurais, as faixas que margeiam qualquer curso d'água natural, a partir da borda do leito regular, em largura mínima de:

- 30 metros para cursos d'água com menos de 10 metros de largura;
- 50 metros para cursos d'água que possuam entre 10 e 50 metros de largura;
- 100 metros para cursos d'água que possuam entre 50 e 200 metros de largura;
- 200 metros para cursos d'água que possuam entre 200 e 600 metros de largura;

- 500 metros para cursos d'água que possuam largura superior a 600 metros.

O Estado de Santa Catarina possui legislação própria, que institui seu Código Estadual do Meio Ambiente (Lei Estadual 14.675/2009).

Esta lei, em seu art. 114º, estabelece o tamanho das faixas de APP a partir das margens, as quais dependem do tamanho da propriedade em que estiverem inseridas, como especificado a seguir.

- 5 metros para cursos d'água com largura inferior a 5 metros, para propriedades com até 50 hectares;
- 10 metros para cursos d'água com largura entre 5 e 10 metros, para propriedades com até 50 hectares;
- 10 metros acrescidos de 50% da medida excedente a 10 metros para cursos d'água com largura superior a 10 metros, para propriedades com até 50 hectares;
- 10 metros para cursos d'água com largura de até 10 metros, para propriedades com mais de 50 hectares;
- 10 metros acrescidos de 50% da medida excedente a 10 metros para cursos d'água com largura superior a 10 metros, para propriedades com mais de 50 hectares.

Como pode ser visto pelos números acima, esta legislação estabelece como limites de APP valores bem abaixo daqueles estabelecidos pela legislação federal, o que a torna inconstitucional, uma vez que é muito menos restritiva.

Esta polêmica lei catarinense foi ajuizada com uma ação direta de inconstitucionalidade (ADI 4252) no Supremo Tribunal Federal (STF) apenas 2 meses após ter sido sancionada pelo então Governador do Estado Luiz Henrique da Silveira, visando pedir impugnação de algumas de suas disposições, inclusive o art. 114º, que trata dos limites de APP. De acordo com a Agência Estado, a legislação catarinense serviria para legalizar 40% das áreas produtoras de aves e suínos, e 60% das áreas produtoras de leite do estado que hoje, em função da legislação federal, encontram-se irregulares.

Berto (2004) afirma que na região oeste de Santa Catarina, 39,7% das propriedades rurais tem menos de 10 hectares, sendo que 98,5% possuem até 50 hectares, o que daria à grande maioria dos proprietários rurais catarinenses direitos de manter os limites mínimos de faixas de APP em suas propriedades, observando-se a legislação estadual.

A partir dos números preconizados nas legislações estadual e federal (apesar do tom inconstitucional da primeira), foram estabelecidas as classes de distância dos corpos receptores, mostradas na

tabela a seguir, e que estarão sujeitas à análise para julgamento de um especialista.

**Tabela 4.5. Classes de distâncias dos corpos receptores**

CLASSES DE DISTÂNCIAS (m)
Até 5,0
5,0 – 10,0
10,0 – 30,0
30,0 – 50,0
50,0 – 100,0
100,0 – 200,0
200,0 – 500,0
Acima de 500,0

**FONTE: Santa Catarina (2009) e Brasil (2012).**

Para que fosse possível o cálculo da distância das propriedades ao corpo receptor, a bacia hidrográfica Lajeado dos Fragosos foi dividida em sub-bacias. Esta divisão foi feita pelo *software* ArcSWAT 2009.93.7b, da SWAT® (*Soil and Water Assessment Tool*), aplicativo de extensão do ESRI® ArcGIS (disponível gratuitamente em <<http://swatmodel.tamu.edu/software/arcswat/>>), a partir do Modelo Digital de Elevação da Bacia do Rio do Peixe (EPAGRI, 2005). Nesta bacia foi delimitada a bacia hidrográfica Lajeado dos Fragosos, a partir do *Mapa de unidades hidrográficas de Santa Catarina* (EPAGRI/SDS, 2005).

A divisão em 29 sub-bacias foi feita através de dados de entrada no programa ArcSWAT, que dividiu a bacia, em áreas com valor máximo de 117,7416 hectares (capturando 1.308 células). Em função dos atributos do Modelo Digital de Elevação, da direção do fluxo e do fluxo acumulado da bacia, é estabelecido o rio principal, seus afluentes e os pontos de maior acúmulo de água, que representam as exutórias das sub-bacias. A partir da localização destas exutórias e dos dados topográficos, é feito o delineamento das sub-bacias.

As 29 sub-bacias em que a bacia Lajeado dos Fragosos foi dividida são mostradas no mapa abaixo (Figura 4.7).

O Modelo Digital de Elevação utilizado nesta metodologia revelou uma importante informação a respeito da bacia Lajeado dos Fragosos. As referências bibliográficas consultadas, como o PNMA, escreve que o valor da área da bacia é de 61,54 km<sup>2</sup>. Na delimitação das sub-bacias, na sua parte mais à jusante, foi excluída uma pequena área,

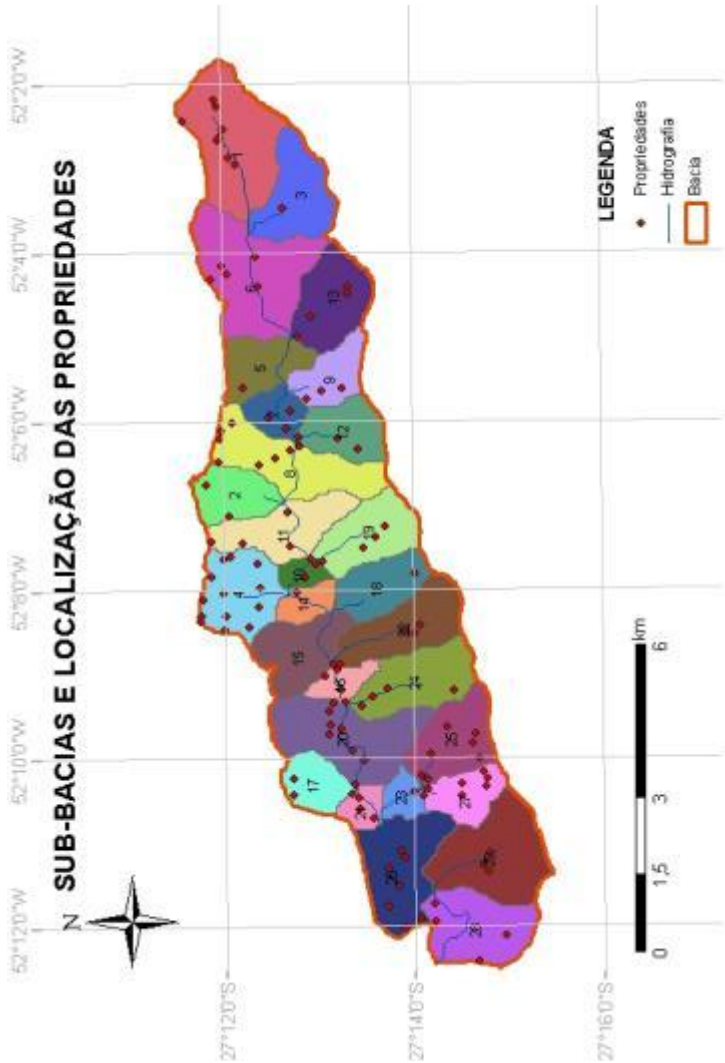
como pode ser visto na Figura 4.7, entre as sub-bacias 26 e 28. Nesta região, próximo à foz do Rio Jacutinga, onde desemboca o Rio Fragosos, há o lago da Barragem de Itá. Nas etapas de verificação da direção de fluxo e fluxo acumulado feitas no Modelo Digital de Elevação pelo ArcSWAT, esta região é identificada como uma região adversa ao fluxo hidrológico natural. O programa, então, exclui automaticamente esta área para a delimitação das bacias, alterando a área da bacia principal.

Então, para que não haja discrepâncias entre as áreas da bacia Lajeado dos Fragosos e as 29 áreas das sub-bacias, o valor da área que será utilizado para os cálculos será de 5.887,17 hectares (58,87 km<sup>2</sup>).

Silva (2000) realizou a espacialização das propriedades de suínos na bacia Lajeado dos Fragosos, indicando, para cada uma, suas coordenadas geográficas. O autor, na época de seu trabalho, contabilizou 120 propriedades (para o ano de 1999), as quais continham um total de 40.312 animais. As localizações das propriedades segundo o autor podem ser vistas na Figura 4.7.

No mesmo mapa (Figura 4.7) estão dispostas as propriedades suinícolas conforme espacialização realizada pelo autor. A partir da localização das mesmas foi possível calcular, para cada uma das 29 sub-bacias, a distância média das propriedades aos corpos receptores.

A distância de cada propriedade foi calculada com a ferramenta *Arc Toolbox*, de ESRI® ArcGIS, através da função *Near (Analysis Tools > Proximity > Near)*, e inserida na Tabela de Atributos da camada (*layer*) das sub-bacias. A partir daí, todas as distâncias das propriedades foram alocadas por sub-bacia, e calculada a distância média por sub-bacia, como mostra a Tabela 4.6.



**Figura 4.7. Divisão em sub-bacias e localização das propriedades**  
**FONTE:** Acervo próprio, elaborado a partir de Silva (2000) e EPAGRI (2005).



**Tabela 4.6. Distância média das propriedades**

SUB-BACIA	DISTÂNCIA MÉDIA	SUB-BACIA	DISTÂNCIA MÉDIA
1	173,53	16	-
2	867,47	17	-
3	52,10	18	554,20
4	595,51	19	222,35
5	-	20	128,85
6	341,32	21	86,41
7	-	22	131,50
8	-	23	36,79
9	356,03	24	174,71
10	110,32	25	483,53
11	423,69	26	274,41
12	189,89	27	577,22
13	245,41	28	417,16
14	109,74	29	103,02
15	85,65	MÉDIA	280,87

**FONTE: Acervo próprio, elaborado a partir de Silva (2000) e EPAGRI (2003).**

Os números da tabela, adaptados de Silva (2000) e do *Levantamento Agropecuário Catarinense* (2003) mostram que a distância média das propriedades aos corpos hídricos nas sub-bacias é muito variável. Enquanto na sub-bacia 23 a distância média é de apenas 36,71 metros, a sub-bacia 2 possui propriedades com uma distância média de 867,47 metros do corpo hídrico mais próximo. As sub-bacias onde não há propriedades inseridas em sua área não possuem o dado da distância média dos corpos receptores.

#### **4.3.6. Densidade de suínos**

De acordo com EMBRAPA (2003), a densidade de suínos (concentração de animais por área) tem sido um importante critério utilizado para avaliar o nível de pressão exercida pelas práticas suinícolas sobre o ambiente. Entretanto, o mesmo documento frisa que este método nem sempre reflete os reais problemas existentes.

A partir do número de cabeças de suínos e da área total do estado (retirados de IBGE, 2006), é possível realizar o cálculo da densidade de suínos para Santa Catarina. O Estado conta com uma densidade da ordem de 68,7 suínos/km<sup>2</sup>, número parecido com o de alguns países europeus, como, de acordo com Prestes (2010) citando Seganfredo

(2007), a Alemanha (73,5 suínos/km<sup>2</sup>). O mesmo estudo revela que este número é relativamente baixo quando comparado aos padrões de outros países da Europa, como da Bélgica (216,3 suínos/km<sup>2</sup>), da Holanda (268,6 suínos/km<sup>2</sup>) e da Dinamarca (298,9 suínos/km<sup>2</sup>).

Em se tratando de uma situação mais local, os dados passam a ser alarmantes. EMBRAPA (2003) detalha a situação para a região oeste de Santa Catarina, citando que a densidade de suínos chega a 169,1 suínos/km<sup>2</sup>.

A partir dos dados do IBGE (2006), os cálculos da densidade de suínos para Concórdia revelam que o município possui 287,0 suínos/km<sup>2</sup>. Segundo EMBRAPA (2003), a sub-bacia Lajeado dos Fragosos conta com uma densidade de 613,0 suínos/km<sup>2</sup>.

Para que fosse possível o cálculo da densidade de suínos por sub-bacia, foi utilizada a divisão da bacia hidrográfica Lajeado dos Fragosos em 29 sub-bacias, como descrito no item anterior, mostrado pela Figura 4.7.

As áreas de cada sub-bacia são automaticamente calculadas pelo programa através da entrada dos parâmetros do Modelo Digital de Elevação, que define a divisão das sub-bacias. Estas áreas estão listadas na Tabela 4.7.

A Resolução CONSEMA n° 01/2004, que lista as atividades potencialmente poluidoras e os critérios que as submetem ao licenciamento ambiental municipal, estabelece os limites dos tamanhos das propriedades de suínos, de acordo com o número de animais, para todos os sistemas de produção (granjas para creche, ciclo completo, terminação, unidades produtoras de leitões). Os limites para unidades de produção de ciclo completo estão listados a seguir:

- Porte pequeno: entre 60 a 100 suínos;
- Porte médio: entre 100 e 230 suínos;
- Porte grande: mais de 230 suínos.

A resolução preconiza que, para estabelecimentos que possuam menos animais que o limite inferior (60), não se faz necessário o licenciamento ambiental, porém suas atividades são autorizadas somente por meio de expedição de Autorização Ambiental (AuA), além de cadastramento da FATMA.

Não há registrado na literatura uma classificação padronizada para densidade ou quantidade de suínos. Assim, a definição das classes foi obtida a partir da quantidade de dejetos dos animais que podem ser utilizados anualmente na lavoura, segundo a *Instrução Normativa n° 11*, da FATMA. De acordo com este documento, a quantidade máxima de

dejetos que pode ser aplicada nas lavouras é de 50 m<sup>3</sup> por hectare a cada ano. Então, para que se tornasse possível a comparação entre a densidade de suínos nas sub-bacias e a legislação, foram efetuados cálculos matemáticos a partir de dados referenciados bibliograficamente para obtenção da quantidade anual de dejetos produzidos em cada uma das 29 sub-bacias.

Dados do *Levantamento Agropecuário Catarinense* (EPAGRI, 2003) fornecem números diferentes daqueles levantados por alguns autores. De acordo com o levantamento, efetuado no ano de 2002 e publicado no ano de 2003, a bacia dos Fragosos contava com 83 unidades criadoras de suínos, que somavam 29.936 animais. Levantamentos realizados em campo forneceram a espacialização e localização das propriedades nas sub-bacias geradas.

A partir daí, em função das considerações feitas, torna-se possível estimar, para cada uma das 29 sub-bacias, o número de animais e a densidade de suínos.

Com a informação do número de animais por sub-bacia, foi calculada a produção de dejetos por sub-bacia, com base nos dados de Oliveira (1993), que indicam uma produção diária média de 8,6 litros de dejetos por suíno. A taxa anual de aplicação dos dejetos no solo foi calculada a partir da informação da quantidade anual de dejetos produzidos por sub-bacia, dividida pela área correspondente da sub-bacia. Estes dados são mais facilmente compreendidos visualizando-se a Tabela 4.7.

Para estes cálculos, considerou-se que toda a produção de dejetos tem o mesmo destino – aplicação no solo –, e que toda a área da bacia está submetida à aplicação dos dejetos, o que é uma inverdade, pois nem todo solo está apto a recebê-los (estradas e regiões residenciais, por exemplo).

**Tabela 4.7. Sub-bacias e respectivas áreas**

SUB-BACIA	ÁREA (ha)	SUÍNOS (cabeças)	PRODUÇÃO DEJETOS (m <sup>3</sup> /ano)	TAXA APLICAÇÃO DEJETOS (m <sup>3</sup> /ha.ano)
1	404,01	1.450	4.551,55	11,27
2	152,37	4.176	13.108,46	86,03
3	232,47	2.195	6.890,11	29,64
4	232,20	329	1.032,73	4,45
5	162,45	0	0,00	0,00
6	414,72	1.407	4.416,57	10,65
7	94,95	0	0,00	0,00

SUB-BACIA	ÁREA (ha)	SUÍNOS (cabeças)	PRODUÇÃO DEJETOS (m <sup>3</sup> /ano)	TAXA APLICAÇÃO DEJETOS (m <sup>3</sup> /ha.ano)
8	302,31	0	0,00	0,00
9	140,67	310	973,09	6,92
10	47,34	340	1.067,26	22,54
11	225,09	350	1.098,65	4,88
12	169,47	290	910,31	5,37
13	234,09	628	1.971,29	8,42
14	71,19	996	3.126,44	43,92
15	210,42	892	2.799,99	13,31
16	68,49	0	0,00	0,00
17	123,84	0	0,00	0,00
18	168,30	5.095	15.993,21	95,03
19	219,69	746	2.341,69	10,66
20	341,73	167	524,21	1,53
21	61,56	2.800	8.789,20	142,77
22	245,34	465	1.459,64	5,95
23	63,27	750	2.354,25	37,21
24	247,14	145	455,16	1,84
25	222,93	348	1.092,37	4,90
26	291,87	1.610	5.053,79	17,32
27	132,21	924	2.900,44	21,94
28	261,45	3.403	10.682,02	40,86
29	345,60	120	376,68	1,09
<b>TOTAL</b>	<b>5.887,17</b>	<b>29.936</b>	<b>93.969,10</b>	

**FONTE: Acervo próprio, a partir de EPAGRI (2003).**

Como descrito anteriormente, as classes do fator densidade de suínos serão estabelecidas em função da taxa anual de aplicação dos dejetos preconizados na *Instrução Normativa n° 11*.

**Tabela 4.8. Classes de densidade de suínos em função da taxa de aplicação de dejetos no solo**

TAXA DE APLICAÇÃO DE DEJETOS
Até 50 m <sup>3</sup> /ha.ano
Acima de 50 m <sup>3</sup> /ha.ano

É possível averiguar em algumas células da última coluna da Tabela 4.7 que alguns números extrapolam o limite de 50 m<sup>3</sup>/ha.ano

preconizados pela legislação. O caso mais crítico é o da sub-bacia 21, que é uma bacia pequena, e apesar de não ser a bacia com o maior número de animais, contém uma concentração, e conseqüente grande produção de dejetos. As sub-bacias 2 e 18, devido às suas características, também passam da taxa limite de aplicação. Outras bacias, como a 5, por exemplo, não possuem propriedades localizadas.

A partir da informação de Oliveira (1993), que discorre sobre a produção média de dejetos por suíno diariamente (como anteriormente citado, 8,6 L/suíno.dia), foi possível chegar ao valor de 15,93 suínos por hectare como o limite para a produção de até 50 m<sup>3</sup>/ha.ano de dejetos.

#### 4.4. ENTREVISTA COM OS ESPECIALISTAS

Assim, após a determinação dos critérios e dos fatores a serem analisados, foram realizadas entrevistas com especialistas nos assuntos abordados nesta pesquisa, para que os fatores fossem julgados da forma mais técnica, de acordo com os princípios dos opinadores. Por se tratar de um importante item na elaboração da metodologia, foram escolhidos professores da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) que possuíssem conhecimentos mais específicos sobre os fatores analisados, sendo os responsáveis pela avaliação dos mesmos. Quando os avaliadores em questão preferiram, por motivos próprios, não apresentarem suas opiniões, os julgamentos foram realizados segundo critérios próprios, a partir de pesquisa bibliográfica.

Para cada fator foi escolhido um professor especialista ou conhecedor do tema em questão, para que o mesmo, após abordagem do problema, fosse capaz de ponderar as classes, atribuindo-lhes um grau de importância, como discorre o método analítico hierárquico (AHP).

As entrevistas foram realizadas entre os dias 12 de junho e 2 de julho de 2012, no *campus* da Universidade Federal de Santa Catarina.

Os avaliadores em questão são especialistas nas áreas de hidrologia, geologia, agronomia e gerenciamento de efluentes. A eles foi elucidado o problema da disposição de dejetos de suínos na bacia hidrográfica do Lajeado dos Fragosos, bem como alguns parâmetros ambientais e da produção suinícola da região.

Em virtude disto, para a avaliação, foi proposta uma escala de 0 (zero) a 10 (dez), na qual 0 representa risco inexistente e 10 o risco máximo de aporte de nutrientes dispostos na superfície ao corpo receptor da bacia durante a ocorrência de eventos chuvosos, em função das classes especificadas para cada fator.

Ainda com relação à divisão das classes, foi questionado a cada especialista se esta estava adequada, e se alguma alteração ou consideração deveria ser feita.

**Tabela 4.9. Identificação e especialidades dos avaliadores**

AVALIADOR	ESPECIALIDADE	FATOR AVALIADO
1	Hidrólogo	Declividade
2	Hidrólogo	Precipitação
3	Geólogo	Tipo de solo
4	Agrônomo	Uso e ocupação do solo
5	Gerenciamento de efluentes	Distância dos corpos receptores
6	Gerenciamento de efluentes	Densidade de suínos

#### 4.4.1. Declividade do terreno

Com relação à metodologia utilizada para a divisão das classes deste fator e ponderação das mesmas, o avaliador 1 realçou o empirismo do método, alegando que não há embasamento científico e prático para ambos, e que muitas questões poderiam ser levantadas com os números mostrados. Isto, de fato, ocorre, uma vez que várias divisões de classes para o fator declividade foram encontradas nas diversas bibliografias pesquisadas, o que comprova a falta de uma divisão padrão unânime utilizada pelos autores.

Além disto, o julgamento das classes para o método AHP obedece a um critério subjetivo (Steiguer *et al.*, 2003), que, segundo Oliveira e Neto (2011), é o da experiência e conhecimento do avaliador, e pode ser contestado, inclusive, por outro especialista.

Apesar disto, segundo o avaliador 1, qualquer pessoa poderia fazer a avaliação da classificação, pois seria indiferente se esta ponderação fosse dada por um leigo ou um especialista. Então, para este estudo, as classes definidas foram julgadas conforme critérios próprios, e são mostradas na tabela abaixo.

**Tabela 4.10. Classes de declividade e avaliação do especialista**

DECLIVIDADE (%)	GRAU DE VULNERABILIDADE (0 – 10)
0 a 10	02
10 a 15	04
15 a 20	06
20 a 25	08

DECLIVIDADE (%)	GRAU DE VULNERABILIDADE (0 – 10)
Acima de 25	10

Como pode ser verificado através dos números da tabela acima, foi considerado que quanto menor a declividade do terreno, menor o risco de contaminação das águas por aporte de nutrientes, uma vez que, em áreas relativamente planas, as águas precipitadas chegarão ao corpo receptor através da percolação pelo solo, e não por escoamento superficial.

Este julgamento foi assim feito pelo fato de o solo apresentar-se como um filtro natural de efluentes líquidos (Rodrigues, 2003), com grande capacidade de reter nutrientes, podendo evitar a poluição das águas subsuperficiais (Piovesan *et al.*, 2009).

Pereira *et al.* (2003), através de testes laboratoriais, elaboraram equações que demonstram o aumento da taxa de perda do solo com o aumento da vazão e da declividade. Em uma das equações ficou ainda mais evidenciado que há influência mais expressiva, nesta taxa, da declividade do que da vazão, o que, segundo os autores, já tinha sido afirmado por outros estudiosos, como Meyer *et al.* (1983) e Watson e Laflen (1986).

Devido a isto, as classes foram ponderadas seguindo uma “interpolação”, onde a declividade é diretamente proporcional à ameaça.

À primeira classe não foi atribuída a nota 0 (zero) porque foi considerado que não há perigo inexistente, por mais plana que seja a região. Além do mais, deve-se considerar o limite superior da classe (10%), suficiente para provocar escoamento superficial, dependendo das condições do solo.

#### 4.4.2. Precipitação

As classes definidas e as ponderações do avaliador 2 são mostradas na tabela abaixo.

**Tabela 4.11. Classes de precipitação e avaliação do especialista**

PRECIPITAÇÃO (mm/dia)	GRAU DE VULNERABILIDADE (0 – 10)
0,0 a 4,0	02
4,0 a 10,6	04
10,6 a 22,6	05
22,6 a 52,4	07

PRECIPITAÇÃO (mm/dia)	GRAU DE VULNERABILIDADE (0 – 10)
52,4 a 145,0	10
Acima de 145,0	10

Como pode ser verificado através dos números da tabela acima, o entrevistado considerou que não poderia ser descartada a possibilidade de erosão hídrica com os números sugeridos na primeira classe, devido o seu limite superior (4,0 mm), e, por isso, não atribuiu a nota 0 (zero) para a mesma. Já as classes superiores receberam nota máxima (dez), porque, segundo o avaliador, uma chuva superior a 40 milímetros em um dia já seria suficiente para causar os danos máximos à superfície. Assim, as duas classes superiores – acima de 40 milímetros – receberam ponderação idêntica.

No julgamento da segunda e terceira classes, o avaliador 2 declarou ter sentido dificuldades, dando praticamente o mesmo grau de importância a ambas. Segundo o avaliador, eventos chuvosos diários que alcançam 10 milímetros já são considerados eventos médios, sendo o limite máximo para chuvas consideradas leves.

Os limites da quarta classe (22,6 a 52,4 mm) são considerados eventos pesados, apesar de precipitações dentro destes limites não serem tão incomuns, mas não implicam prejuízos extremos ao solo. Contudo, o limite superior desta classe pode ser considerado um evento pesado.

Com relação às classes, o avaliador não apresentou nenhuma objeção, pois concordou com o modo como as mesmas foram definidas. Entretanto, como citado anteriormente, afirmou que precipitações acumuladas acima de 40 milímetros em um dia são consideradas eventos pesados, e este número poderia fazer parte com um dos limites da classificação.

#### 4.4.3. Tipo de solo

Após os devidos esclarecimentos, o avaliador 3 alegou que, por não ter acesso a uma caracterização mais minuciosa ou um estudo que especificasse as características físico-químicas e mecânicas dos solos da área de estudo, não faria o julgamento das classes, declarando não ter conhecimento específico da situação que lhe habilitasse a realizar tais ponderações.

Com isto, indicando vasta bibliografia e discorrendo sobre quais as características descritas são de maior relevância neste tipo de análise, e enfatizando a subjetividade do método, consentiu que, após realização



de pesquisa bibliográfica, fossem utilizados critérios próprios para atribuição das ponderações.

As classes definidas e as ponderações dadas são mostradas na tabela abaixo.

**Tabela 4.12. Classes de tipo de solo e avaliação do especialista**

TIPO DE SOLO	GRAU DE VULNERABILIDADE (0 – 10)
Cambissolo Háplico	08
Nitossolo Vermelho	03
Neossolo Litólico	07

Como pode ser verificado através dos números da tabela acima, foi considerado que o Cambissolo é mais vulnerável à erosão hídrica, pouco mais que o Nitossolo. Em relação aos outros dois, o Neossolo foi considerado como bem menos vulnerável. Estas ponderações são justificadas as seguir, segundo consulta à bibliografia.

Os Cambissolos apresentam normalmente pequena espessura, e têm constituído sistemas muito instáveis (Resende *et al.*, 1988; Oliveira *et al.*, 1992 *apud* Silva *et al.*, 2005). Resultados dos estudos de Silva *et al.* (2005) demonstram a baixa permeabilidade do Cambissolo à água. Os autores explicam que os valores de perda de solo aumentam em função da desagregação propiciada pelo preparo do solo devido à agricultura, e, por se tratar de um solo raso, sua rápida saturação favorece o maior escoamento superficial e maior arraste de partículas. Bertol e Almeida (2000) *apud* Baptista (2008) admitem uma perda de solo para Cambissolos entre 6,3 e 7,2 mg/ha.ano. Silva e Alvares (2005) classificam os Cambissolos como solos de alta erodibilidade.

Os Nitossolos Vermelhos são solos profundos, com textura muito argilosa, bem drenados, constituídos por material mineral (EMBRAPA, 1999; FAO, 2001 *apud* Cooper e Vidal-Torrado, 2005). Os Nitossolos, de acordo com avaliação de Silva e Alvares (2005) enquadram-se como de média erodibilidade.

De acordo com os estudos de Espanhol (2005), os Neossolos Litólicos são solos jovens, rasos, assentados sobre a rocha, e ocorrem em superfícies erosionadas. Silva *et al.* (2001) confirmam que este tipo de solo é raso, com basicamente um só horizonte, acima de pedras e rochas. Os autores, citando EMBRAPA (1984) afirmam também que solos com estas características têm problemas de armazenamento de água, ocorrendo em relevo acidentado, o que propicia alta suscetibilidade à erosão. Silva e Alvares (2005), citando Oliveira

(1999), afirmam que o Neossolo Litólico se trata de uma classe normalmente associada a altas declividades, favorecendo de modo expressivo o processo erosivo. Bertol e Almeida (2000) *apud* Baptista (2008) escrevem que a tolerância de perda deste tipo de solo para o estado de Santa Catarina é de 2,47 mg/ha.ano. Silva e Alvares (2005) interpretam em seus estudos, após testes de erodibilidade, como solos de alta erodibilidade.

Com relação à divisão das classes, o avaliador 3 não apresentou nenhuma objeção, concordando com as mesmas depois que lhe foram apresentadas as fontes bibliográficas que originaram o mapa, bem como os métodos para obtenção do mesmo.

Uma consideração que o avaliador afirmou ser de relativa importância trata sobre as diferenças entre as escalas dos mapas original e gerado. Segundo o opinador, é necessário que se registre, neste estudo, que a escala do mapa original de EPAGRI (2002), que abrangia todo o oeste do estado de Santa Catarina, foi aumentada, a fim de se obter uma melhor visualização da região de interesse.

#### 4.4.4. Uso e ocupação do solo

Uma vez que a disposição de dejetos de suínos não ocorre em todas as áreas da bacia, o que excluiria das análises, por exemplo, as regiões urbanizadas, a questão levantada ao avaliador 4 foi sobre a suscetibilidade do solo, em função de seu uso e ocupação, sofrer erosão hídrica na decorrência de eventos chuvosos.

As classes definidas e as ponderações do avaliador são mostradas na tabela abaixo.

**Tabela 4.13. Classes de uso e ocupação do solo e avaliação do especialista**

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	GRAU DE VULNERABILIDADE (0 – 10)
Agricultura	10
Área urbana	06
Pastagem	03
Florestas	01
Reflorestamento	04

Como pode ser verificado através dos números da tabela acima, o avaliador 4 considerou que solos destinados à agricultura são mais suscetíveis à erosão hídrica. Dentro de outras ponderações, atribuiu a

esta classe a nota máxima devido à necessidade de se realizar o manejo do solo e à forma como este é realizado (considerando-se, aqui, a prática da agricultura convencional).

De acordo com o avaliador, regiões de florestas, onde se considerou que o solo mantém suas propriedades naturais originais, sem ter havido qualquer intervenção antrópica, representam pouco perigo à qualidade das águas, ou seja, a erosão hídrica a que estão sujeitos estes solos é mínima. A consideração feita para esta afirmação é de que os solos mantidos em condições naturais são estáveis, e a erosão hídrica não é suficiente para romper o equilíbrio natural existente no sistema.

Áreas de pastagens destinadas à agropecuária receberam nota 03 (três), e áreas de reflorestamento, nota 04 (quatro). Na primeira, foi alegado que o solo encontra-se mais fixado quando comparado aquele cultivado, mas como suas condições não são as originais, tornam-se solos propícios à erosão hídrica. Já na segunda, pelo simples fato de serem áreas de reflorestamento, realizado com vegetação não nativa da região, o solo está propenso à erosão hídrica, já que suas condições originais não fazem mais parte de suas características.

Já as áreas urbanizadas receberam nota 06 (seis), sob argumentação de que o solo de regiões urbanas, constituído por camadas impermeabilizantes, como asfalto e áreas cimentadas, é um tipo de solo que majora o escoamento superficial e o carreamento de quaisquer substâncias que nele tenham sido dispostas, que após serem conduzidas pelo sistema de drenagem, são lançadas diretamente no corpo receptor, sem qualquer tipo de tratamento.

Com relação às classes, foi indagado ao especialista se estas estavam adequadas. O avaliador concordou com as mesmas, pois estas eram as classes típicas de regiões rurais, e havia o embasamento da referida fonte bibliográfica utilizada para obtenção do mapa. Entretanto, algumas considerações importantes foram sugeridas. Uma delas foi com relação à classe *agricultura*, onde seria necessário especificar sob quais condições os solos sujeitos a esta atividade se encontram, em função das lavouras cultivadas, do manejo do solo (práticas convencionais ou ecológicas) e dos insumos utilizados na produção (uso de adubos naturais ou fertilizantes químicos).

Outra consideração foi feita com relação à classe *reflorestamento*, uma vez que seria importante destrinchá-la de acordo com as espécies utilizadas para recomposição da vegetação, que são, basicamente, pinus e eucalipto (Marchesan e Pansera-de-Araújo, 2006). Estas duas espécies de vegetação têm características completamente distintas no que se

refere ao consumo de água e à influência que exercem no desenvolvimento de outras espécies, o que acarreta mudanças nas condições de fixação e estabilidade do solo.

Como as fontes consultadas não espacializavam as diferentes culturas ou seu manejo, nem as áreas destinadas ao plantio específico de pinus e eucalipto, não foi possível fazer tais divisões.

#### 4.4.5. Distância dos corpos receptores

As classes definidas e as ponderações do avaliador 5 são mostradas na tabela abaixo.

**Tabela 4.14. Classes de distância dos corpos receptores e avaliação do especialista**

DISTÂNCIA DOS CORPOS RECEPTORES (m)	GRAU DE VULNERABILIDADE (0 – 10)
Até 5,0	10
5,0 – 10,0	08
10,0 – 30,0	07
30,0 – 50,0	05
50,0 – 100,0	02
100,0 – 200,0	01
200,0 – 500,0	01
Acima de 500,0	01

Como pode ser verificado através dos números da tabela acima, o avaliador 5 considerou que quanto menor a distância média das propriedades em relação ao corpo hídrico, maior o risco apresentado. O especialista considerou também que não há diferença significativa no que se refere ao risco se a distância média das propriedades na bacia em relação aos corpos hídricos estiver entre 100 e 200 metros, 200 e 500 metros, ou acima de 500 metros. Estas classes receberam nota 1 (um), o que significa que, segundo a opinião dada, estas distâncias são seguras do ponto de vista do aporte de nutrientes aos corpos receptores.

Com relação às classes, o avaliador não apresentou nenhuma objeção, concordando com as mesmas, uma vez que foram escolhidas com base na legislação vigente.

#### 4.4.6. Densidade de suínos

As classes definidas e as ponderações do avaliador 6 são mostradas na tabela abaixo.

**Tabela 4.15. Classes de densidade de suínos em função da taxa de aplicação de dejetos no solo e avaliação do especialista**

CLASSES DE TAXA DE APLICAÇÃO DE DEJETOS	AVALIAÇÃO (0 – 10)
Até 50 m <sup>3</sup> /ha.ano	5
Acima de 50 m <sup>3</sup> /ha.ano	8

Como pode ser verificado através dos números da tabela acima, o avaliador 6 considerou que o limite estabelecido pela FATMA – de 50 m<sup>3</sup>/ha.ano – ainda proporciona certo risco à qualidade das águas, uma vez que a nota atribuída a esta classe foi mediana. Já a nota atribuída à classe *Acima de 50 m<sup>3</sup>/ha.ano* explica o alto risco proporcionado quando aplicada esta quantidade de dejetos no solo, segundo a opinião do especialista.

Não houve oposição do avaliador com relação às classes, uma vez que esta foi embasada na legislação atual.

#### 4.5. NORMALIZAÇÃO DAS NOTAS ATRIBUÍDAS

Para que todas as notas dadas às diversas classes dos diferentes fatores pudessem ser comparadas, foi realizada a normalização das mesmas. Em função das somas das notas de todas as classes de um fator, foi efetuada a divisão da nota de cada classe do fator pelo somatório das notas do fator em questão.

Assim, foi obtido o vetor normalizado que indica a influência da nota atribuída a cada classe em relação ao fator. As planilhas com os resultados destes cálculos são encontradas no Apêndice B.

#### 4.6. PONDERAÇÃO DOS FATORES ESPACIAIS

Com os dados espaciais dos fatores declividade do terreno, uso e ocupação do solo e tipo de solo, todos em forma de mapa, tornou-se possível a obtenção do grau de risco de cada uma das 29 sub-bacias em que a bacia do Lajeado dos Fragosos foi subdividida.

Através do aplicativo ArcSWAT, com as informações dos mapas digitais da declividade do terreno, uso e ocupação do solo e tipo de solo,

foram calculadas as ocorrências de cada classe destes fatores nas sub-bacias. Estas ocorrências foram obtidas sob forma absoluta (área, em hectares) e em relação à bacia geral e à própria sub-bacia de ocorrência. Para o fator declividade, foram calculados quantos hectares possuíam a declividade média das determinadas classes. Estas informações estão sintetizadas na tabela do Apêndice A.

Assim, cada classe de cada fator foi associada ao peso da nota dada pelo avaliador através das entrevistas. Para as classes dos fatores declividade do terreno, uso e ocupação do solo e tipo de solo, por estarem espacializadas, foram ponderadas de acordo com sua ocorrência em cada sub-bacia.

Um exemplo de como esta metodologia foi aplicada pode ser visto na Tabela 4.16, que fornece os dados da sub-bacia 8.

Os dados da coluna *Peso ponderado* foram obtidos através da multiplicação do peso da nota atribuída pelo especialista (coluna *Peso*) pela ocorrência das classes na sub-bacia (coluna *% Área sub-bacia*). Assim, para obtenção do peso total do fator, foi realizada a soma dos pesos ponderados, e obtido um valor que dimensione a ocorrência do fator na sub-bacia. Os dados para as outras sub-bacias podem ser verificados através da Tabela 5.8.

**Tabela 4.16. Metodologia para cálculo dos fatores ponderados.**

SUB-BACIA 8		% ÁREA SUB-BACIA	PESO	PESO PONDERADO	$\Sigma$
<b>USO E OCUPAÇÃO DO SOLO</b>	Pastagens e campos naturais	58,14%	12,50%	0,07	0,12
	Agricultura	4,85%	41,67%	0,02	
	Área urbanizada	0,71%	25,00%	0,00	
	Floresta	27,60%	4,17%	0,01	
	Reflorestamento	8,69%	16,67%	0,01	
	<b>TOTAL</b>	<b>99,99%</b>	<b>100,00%</b>		
<b>TIPO DE SOLO</b>	Neossolo	7,89%	38,89%	0,03	0,35
	Cambissolo	59,63%	44,44%	0,27	
	Nitossolo	32,48%	16,67%	0,05	
	<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>		
<b>DECLIVI- DADE</b>	0-10	20,96%	6,67%	0,01	0,21
	10-15	15,78%	13,33%	0,02	
	15-20	19,29%	20,00%	0,04	
	20-25	20,99%	26,67%	0,06	
	> 25	22,98%	33,33%	0,08	
	<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>		

Os outros dois fatores de análise – distância dos corpos receptores e densidade de suínos – não precisaram passar por tais manobras matemáticas porque não estão espacializados. Suas ocorrências, como anteriormente descrito, são suas médias em cada sub-bacia.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. LIMITES DE APP SEGUNDO AS LEGISLAÇÕES VIGENTES

Com o intuito de estimar a área legal para o usufruto de qualquer atividade humana sem infringir as APP que margeiam os cursos d'água, foram criados cenários de acordo com as legislações estadual (Lei 14.675/2009) e federal (Lei 12.651/2012), a fim de verificar a consequências sobre a área total da bacia do Lajeado dos Fragosos.

Seguindo a legislação federal (Lei 12.651/2012), aos rios principal e afluentes foi aplicado, no mapa, um deslocamento de 30 metros a partir de cada margem, representando o marginamento destinado às APP de 30 metros desde as bordas da calha do leito regular, considerando que em toda a extensão dos cursos d'água não há regiões com mais de 10 metros de largura.

Já de acordo com a legislação estadual (Lei 14.675/2009), aos rios principal e afluentes foi aplicado, no mapa, um deslocamento de 5 metros a partir de cada margem, representando o marginamento destinado às APP de 5 metros desde as bordas da calha do leito regular para propriedades com menos de 50 hectares, considerando que em toda a extensão dos cursos d'água não há regiões com mais de 10 metros de largura.

O principal motivo foi averiguar a real disponibilidade de área de cada uma das 29 sub-bacias, caso fosse respeitada a legislação, e de acordo com as considerações feitas.

A Tabela 5.1 demonstra as novas áreas calculadas com a exclusão das áreas de APP, e o valor destas áreas em relação às áreas apresentadas na Tabela 4.7.

**Tabela 5.1. Diferença relativa das áreas das sub-bacias**

SUB-BACIA	ÁREA (ha)	ÁREA ÚTIL (Lei Federal)	REDUÇÃO (%)	ÁREA ÚTIL (Lei Estadual)	REDUÇÃO (%)
1	404,01	385,61	4,55%	398,75	1,36%
2	152,37	149,06	2,17%	151,42	0,64%
3	232,47	225,22	3,12%	230,40	0,92%
4	232,20	225,57	2,86%	230,31	0,84%
5	162,45	153,76	5,35%	159,97	1,61%
6	414,72	396,29	4,44%	409,45	1,33%
7	94,95	85,79	9,65%	92,33	3,05%
8	302,31	293,03	3,07%	299,66	0,91%
9	140,67	137,49	2,26%	139,76	0,66%



SUB-BACIA	ÁREA (ha)	ÁREA ÚTIL (Lei Federal)	REDUÇÃO (%)	ÁREA ÚTIL (Lei Estadual)	REDUÇÃO (%)
10	47,34	41,26	12,85%	45,60	4,21%
11	225,09	213,80	5,02%	221,86	1,51%
12	169,47	163,54	3,50%	167,78	1,04%
13	234,09	226,23	3,36%	231,85	0,99%
14	71,19	64,27	9,73%	69,21	3,08%
15	210,42	201,00	4,48%	207,73	1,34%
16	68,49	62,33	8,99%	66,73	2,82%
17	123,84	123,39	0,36%	123,71	0,10%
18	168,30	162,84	3,25%	166,74	0,96%
19	219,69	210,58	4,15%	217,09	1,24%
20	341,73	326,64	4,42%	337,42	1,32%
21	61,56	55,22	10,31%	59,75	3,28%
22	245,34	231,81	5,51%	241,48	1,67%
23	63,27	54,79	13,40%	60,85	4,42%
24	247,14	235,35	4,77%	243,77	1,43%
25	222,93	217,42	2,47%	221,36	0,72%
26	291,87	275,71	5,54%	287,25	1,67%
27	132,21	129,83	1,80%	131,53	0,52%
28	261,45	245,63	6,05%	256,93	1,84%
29	345,60	332,74	3,72%	341,93	1,10%
<b>TOTAL</b>	<b>5.887,17</b>	<b>5.626,20</b>	<b>4,43%</b>	<b>5.812,61</b>	<b>1,33%</b>

Como mostra a tabela acima, caso a legislação federal fosse corretamente aplicada e respeitada, a bacia do Lajeado dos Fragosos teria, em vez dos 58,87 km<sup>2</sup> de área disponíveis, 56,26 km<sup>2</sup>, ou seja, uma redução de 4,43% na sua disponibilidade. Aplicando-se os parâmetros da legislação estadual catarinense, muito menos restritiva que aquela nacional, a área disponível seria de 58,13 km<sup>2</sup>, ou 1,33% menos.

Esta diferença nas áreas sub-bacias implicaria em alterações na concentração de suínos por sub-bacia, por exemplo, elevando este número como consequência da redução das áreas.

A aplicação da legislação federal também influiria no fator *distâncias dos corpos receptores*, uma vez que a distância mínima permitida das propriedades aos corpos d'água seria de 30 metros, distância seis vezes superior àquela preconizada pela legislação catarinense. Para efeitos do aporte de nutrientes escoados/percolados da superfície às águas, a diferença de 5 para 30 metros é muito

significativa, além de contar a retenção dos nutrientes por parte da vegetação nas áreas de APP.

Ressalta-se aqui que foram utilizados os limites inferiores de ambas legislações, considerando que os rios não possuem trechos com mais de 10 metros de largura, e as propriedades em que estão inseridas as APP têm áreas inferiores a 50 hectares.

## 5.2. ORDENAMENTO DOS FATORES

A fim de avaliar a importância de um fator em relação ao outro, conforme a divisão das classes e a opinião dos especialistas, foi realizada uma padronização dos fatores, e em seguida o ordenamento dos mesmos de acordo com dois métodos: o método do ordenamento dos critérios e o método da escala diferencial semântica.

Em função do somatório das notas das classes de cada fator, do número de classes de cada fator, e da nota máxima que poderia ser atribuída às classes, foi obtido um vetor para que se tornasse possível a comparação entre um fator e outro, e averiguar qual a importância deste fator em relação aos outros. Para obtenção deste valor, exposto na última coluna da planilha abaixo, foi efetuado o seguinte cálculo:

$$PADR. FATOR = \frac{\Sigma NOTAS}{N^{\circ}CLASSES \times NOTA M\acute{A}X.} \quad Eq. 3$$

**Tabela 5.2. Padronização dos fatores**

	$\Sigma$ NOTAS	N <sup>o</sup> CLASSES	NOTA MÁX.	PADR. FATOR
Declividade	30	5		0,60
Tipo de solo	18	3		0,60
Uso e ocupação do solo	24	5	10	0,48
Distância dos corpos receptores	35	8		0,44
Densidade de suínos	13	2		0,65

A partir desta padronização, foi considerado o ordenamento dos fatores. Assim, em função das opiniões dos avaliadores para os devidos fatores e do número de classes em que os fatores foram divididos, foi estabelecido o seguinte *ranking*:

**Tabela 5.3. Ordenamento dos critérios segundo opinião dos especialistas**

FATOR	PONDER. ESPECIALISTAS	RANKING
Densidade de suínos	0,65	1
Declividade	0,60	2
Tipo de solo	0,60	3
Uso e ocupação do solo	0,48	4
Distância do corpo receptor	0,44	5

Coincidentemente, pela ponderação dada pelos especialistas, os fatores *declividade* e *tipo de solo* tiveram o mesmo resultado (0,60). Para que não houvesse um empate nesta classificação, através de critérios próprios, foi considerado o fator *declividade* como mais importante.

### 5.3. ESCALA DIFERENCIAL SEMÂNTICA

A partir da aplicação da Escala Diferencial Semântica, obteve-se o grau de importância de um fator em relação ao outro, segundo as opiniões dos especialistas e opinião própria.

Através da revisão bibliográfica feita para este trabalho, e das opiniões e análises de cada fator por parte dos especialistas, foi possível, de forma qualitativa e seguindo critérios próprios, realizar a avaliação entre os fatores de análise, a fim de elencar sua importância relativa.

A opinião dos especialistas obedeceu os critérios especificados nos itens anteriores para obtenção do *ranking* de importância dos fatores. Este *ranking* foi transformado para a escala semântica, conforme explicado no item 3.10. Esta mesma metodologia foi utilizada no ordenamento dos fatores segundo opinião pessoal.

**Tabela 5.4. Escala diferencial semântica para opinião dos especialistas e opinião própria**

FATOR	OPINIÃO ESPECIALISTAS			OPINIÃO PESSOAL		
	ORD.	ESC. DIF. SEMÂNT.	NORM.	ORD.	ESC. DIF. SEMÂNT.	NORM.
Densidade de suínos	1	7	28,00%	1	7	28,00%
Declividade	2	6	24,00%	4	3	12,00%
Tipo de solo	3	5	20,00%	5	4	16,00%
Uso e ocupação do solo	4	4	16,00%	2	6	24,00%
Distância do	5	3	12,00%	3	5	20,00%

FATOR	OPINIÃO ESPECIALISTAS			OPINIÃO PESSOAL		
	ORD.	ESC. DIF. SEMÂNT.	NORM.	ORD.	ESC. DIF. SEMÂNT.	NORM.
corpo receptor						
	<b>Σ</b>	<b>25</b>	<b>100,00%</b>	<b>Σ</b>	<b>25</b>	<b>100,00%</b>

Como pode ser verificado na tabela acima, tanto pelo simples ordenamento dos fatores como pela escala semântica, o resultado das ponderações dadas pelos avaliadores e o obtido pela opinião própria embasada na pesquisa bibliográfica são divergentes.

Ainda que há a coincidência pelo fato de o fator *densidade de suínos* ter sido considerado o mais importante, os outros quatro fatores analisados não seguiram a mesma regra. Ressalta-se, aqui, que o ordenamento destes fatores por parte dos especialistas foi obtido através do ordenamento resultante da padronização dos fatores em função do número de classes de cada fator e das notas atribuídas a estas classes.

Segundo o ordenamento dos fatores de acordo com opinião própria, *uso e ocupação do solo* é o segundo fator mais importante, pois dependendo da finalidade a que o solo será exposto, receberá ou não uma carga de dejetos da produção suinícola. Além disso, a forma de seu manejo influencia na erosão, ocasionando mais ou menos perdas por escoamento superficial e/ou percolação.

Já o fator *distância dos corpos receptores* foi considerado de tal importância pelo fato de influenciar na qualidade com que as cargas orgânicas dispostas no solo chegam aos corpos d'água, uma vez que quanto mais distante for a área em que há disposição de nutrientes, mais tempo as substâncias levarão para atingir os corpos receptores, além de enfrentar, ainda, todos obstáculos encontrados pelo caminho, podendo ficar retidas.

A *declividade* é um importante fator a ser considerado, mas, segundo opinião própria, ainda é menos influente na bacia do que os fatores citados acima. Isto porque aqui foi levado em consideração o fato de as regiões mais planas margearem os rios, e as áreas mais declivosas estarem nas regiões entre os rios e o limite da bacia. Assim, cargas orgânicas dispostas nas regiões mais próximas aos corpos d'água atingem as águas mais influenciadas pela percolação do que pelo escoamento superficial.

O fator *tipo de solo* foi considerado o menos importante no ordenamento porque não pode ser alterado pela ação do homem. Embora haja diferentes tipos de solos, a influência que causam sobre o

escoamento dos dejetos dispostos no caso de eventos chuvosos pesados é praticamente o mesmo.

#### 5.4. ANÁLISE AHP DO ORDENAMENTO DOS FATORES

A partir do ordenamento dos fatores, obtido através das avaliações das classes por parte dos especialistas, como pode ser visto na Tabela 5.3, foi efetuada a análise multicritério AHP, a fim de se obter a importância relativa entre os fatores.

Para isto, foi utilizado o aplicativo de extensão para ArcGIS AHP-OWA (disponível em <<http://arcscrips.esri.com/details.asp?dbid=14894>>).

Para a utilização do *software*, foi necessário transformar todas as camadas (*layers*) existentes no arquivo do ArcGIS em figuras (*rasters*). A partir daí, é necessário optar pela minimização das escalas destes *rasters*, transformando-as em uma escala que varie de 0 (zero) a 1 (um), a fim de padronizá-las. Depois é necessário realizar a entrada dos dados do ordenamento dos fatores – neste caso, de acordo com a opinião dos avaliadores. Estes dados, dispostos na tabela para avaliação par a par do método, estão expostos na Tabela 5.5.

**Tabela 5.5. Ordenamento dos fatores para análise AHP**

FATOR	DENS. SUÍNOS	DECLIV.	TIPO SOLO	USO E OCUP. SOLO	DIST. CORPOS RECEP.
Densidade de suínos	1				
Declividade	1/2	1			
Tipo de solo	1/3	2/3	1		
Uso e ocupação do solo	1/4	2/4	3/4	1	
Distância dos corpos receptores	1/5	2/5	3/5	4/5	1

O programa calcula o peso relativo dos fatores, normalizando-os., Já a relação de importância entre um fator e outro é feita a análise pelo método AHP, que está representada na tabela abaixo.

**Tabela 5.6. Fatores normalizados conforme método AHP**

FATOR	NORMAL.
Densidade de suínos	43,80%
Declividade	24,60%
Tipo de solo	14,80%

FATOR	NORMAL.
Uso e ocupação do solo	9,80%
Distância dos corpos receptores	7,00%
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>100,00%</b>

É possível, com a normalização dos fatores analisados por este método, comparar a influência relativa de cada fator com a influência dos mesmos fatores calculada pelo método da escala diferencial semântica.

**Tabela 5.7. Comparação da importância relativa dos fatores pelos métodos da escala diferencial semântica e AHP**

FATOR	SEMÂNTICA	AHP
Densidade de suínos	28,00%	43,80%
Declividade	24,00%	24,60%
Tipo de solo	20,00%	14,80%
Uso e ocupação do solo	16,00%	9,80%
Distância do corpo receptor	12,00%	7,00%
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

A Tabela 5.7 mostra os percentuais obtidos dos graus de importância relativos dos fatores, através dos métodos da escala diferencial semântica e do AHP, em função do ordenamento dos pesos dos fatores segundo classificação dos especialistas (opiniões dadas às classes).

A maior discrepância verificada se dá em relação ao fator mais importante (*densidade de suínos*). Pelo método AHP, apresentou-se muito mais influente do que foi apresentado pelo método da escala semântica. Com relação aos demais fatores, pôde ser verificado certa homogeneidade no grau de importância, apesar da diferença entre os valores.

O método da escala diferencial semântica apresentou tal homogeneidade devido à sua escala ser sequencial (de 7 a 1). Isto explica a homogeneidade na normalização dos fatores. A comparação AHP é feita sobre todos os pares, como mostra a Tabela 5.5. Nos cálculos é levado em conta a diferença da classificação entre todos os fatores, e as normalizações dos fatores são feitas em função dos resultados destas comparações. Isto mostra a falta de homogeneidade nos resultados dos vetores.

## 5.5. MAPA DE VULNERABILIDADES DA BACIA

O somatório de todos os mapas, considerando seus respectivos pesos, atribuídos aos fatores analisados fornece um mapa final com as regiões de maior risco segundo os fatores analisados (Figura 5.1).

A partir da análise dos avaliadores, torna-se possível descrever analiticamente o mapa final. A pior situação possível – de maior risco – seria aquela onde, durante um dia, houvesse a ocorrência de chuvas com volume superior a 52,4 milímetros, nas bacias com áreas predominantes de solos do tipo Cambissolo destinados em sua maior parte à agricultura, em regiões declivosas (com médias acima de 25%), com distância média das propriedades próximas até 5 metros de algum corpo receptor, e em bacias onde a densidade de suínos ultrapassasse os 15,93 suínos por hectare.

A tabela a seguir resume as ponderações fornecidas pelos especialistas de acordo com as características de cada sub-bacia analisada, juntamente com a ponderação dada pela importância dos fatores.

**Tabela 5.8. Ponderações para cada sub-bacia**

	USO OCUP. SOLO	TIPO SOLO	DECLIV.	DENS. SUÍNOS	DIST. CORPOS RECEP.	SOMA	ESC. 0-1
SB 1	0,12	0,39	0,22	0,38	0,03	<b>1,14</b>	<b>0,42</b>
SB 2	0,13	0,35	0,18	0,62	0,03	<b>1,30</b>	<b>0,69</b>
SB 3	0,15	0,42	0,22	0,38	0,06	<b>1,23</b>	<b>0,57</b>
SB 4	0,13	0,37	0,22	0,38	0,03	<b>1,13</b>	<b>0,40</b>
<b>SB 5</b>	<b>0,11</b>	<b>0,22</b>	<b>0,18</b>	<b>0,38</b>	<b>0,00</b>	<b>0,90</b>	<b>0,00</b>
SB 6	0,11	0,27	0,18	0,38	0,03	<b>0,98</b>	<b>0,14</b>
SB 7	0,13	0,27	0,21	0,38	0,00	<b>1,00</b>	<b>0,18</b>
SB 8	0,12	0,35	0,21	0,38	0,00	<b>1,06</b>	<b>0,28</b>
SB 9	0,11	0,43	0,25	0,38	0,03	<b>1,21</b>	<b>0,53</b>
SB 10	0,09	0,20	0,25	0,38	0,03	<b>0,95</b>	<b>0,10</b>
SB 11	0,10	0,33	0,23	0,38	0,03	<b>1,07</b>	<b>0,30</b>
SB 12	0,13	0,44	0,25	0,38	0,03	<b>1,23</b>	<b>0,57</b>
SB 13	0,13	0,42	0,24	0,38	0,03	<b>1,21</b>	<b>0,53</b>
SB 14	0,08	0,31	0,25	0,38	0,03	<b>1,05</b>	<b>0,26</b>
SB 15	0,10	0,44	0,24	0,38	0,06	<b>1,22</b>	<b>0,55</b>
SB 16	0,14	0,44	0,22	0,38	0,00	<b>1,18</b>	<b>0,49</b>
SB 17	0,09	0,44	0,24	0,38	0,00	<b>1,16</b>	<b>0,46</b>
SB 18	0,10	0,44	0,26	0,62	0,00	<b>1,42</b>	<b>0,89</b>

	USO OCUP. SOLO	TIPO SOLO	DECLIV.	DENS. SUÍNOS	DIST. CORPOS RECEP.	SOMA	ESC. 0-1
SB 19	0,11	0,44	0,26	0,38	0,03	<b>1,22</b>	<b>0,55</b>
SB 20	0,10	0,44	0,25	0,38	0,03	<b>1,21</b>	<b>0,53</b>
<b>SB 21</b>	<b>0,11</b>	<b>0,44</b>	<b>0,26</b>	<b>0,62</b>	<b>0,06</b>	<b>1,49</b>	<b>1,00</b>
SB 22	0,10	0,44	0,26	0,38	0,03	<b>1,22</b>	<b>0,55</b>
SB 23	0,11	0,44	0,22	0,38	0,14	<b>1,30</b>	<b>0,69</b>
SB 24	0,09	0,44	0,25	0,38	0,03	<b>1,18</b>	<b>0,49</b>
SB 25	0,14	0,44	0,25	0,38	0,03	<b>1,24</b>	<b>0,59</b>
SB 26	0,15	0,32	0,20	0,38	0,03	<b>1,09</b>	<b>0,33</b>
SB 27	0,14	0,44	0,25	0,38	0,03	<b>1,25</b>	<b>0,60</b>
SB 28	0,09	0,42	0,24	0,38	0,03	<b>1,16</b>	<b>0,45</b>
SB 29	0,13	0,44	0,24	0,38	0,03	<b>1,23</b>	<b>0,56</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>0,11</b>	<b>0,39</b>	<b>0,23</b>	<b>0,41</b>	<b>0,03</b>		

Os dados da coluna *Soma* fornecem a informação do grau de vulnerabilidade das sub-bacias, em função dos fatores analisados. A última linha da tabela resulta na média das ponderações de cada um dos cinco fatores, dando uma ideia global da vulnerabilidade da bacia. Estes números também podem ser interpretados como o grau de importância que um fator tem em relação ao outro.

Para formalização do mapa de vulnerabilidades da bacia, foi criada uma escala entre 0 (zero) e 1 (um), a partir das somas dos fatores de cada sub-bacia. Esta escala foi obtida através a diferença entre o valor da coluna *Soma* para cada sub-bacia, subtraído do valor mínimo, para todas as sub-bacias, da mesma coluna, divididos pela diferença entre os valores máximo e mínimo da mesma coluna, para todas as sub-bacias (Eq. 4).

$$Escala = \frac{Soma - MIN(Soma)}{MAX(Soma) - MIN(Soma)} \quad \text{Eq. 4}$$

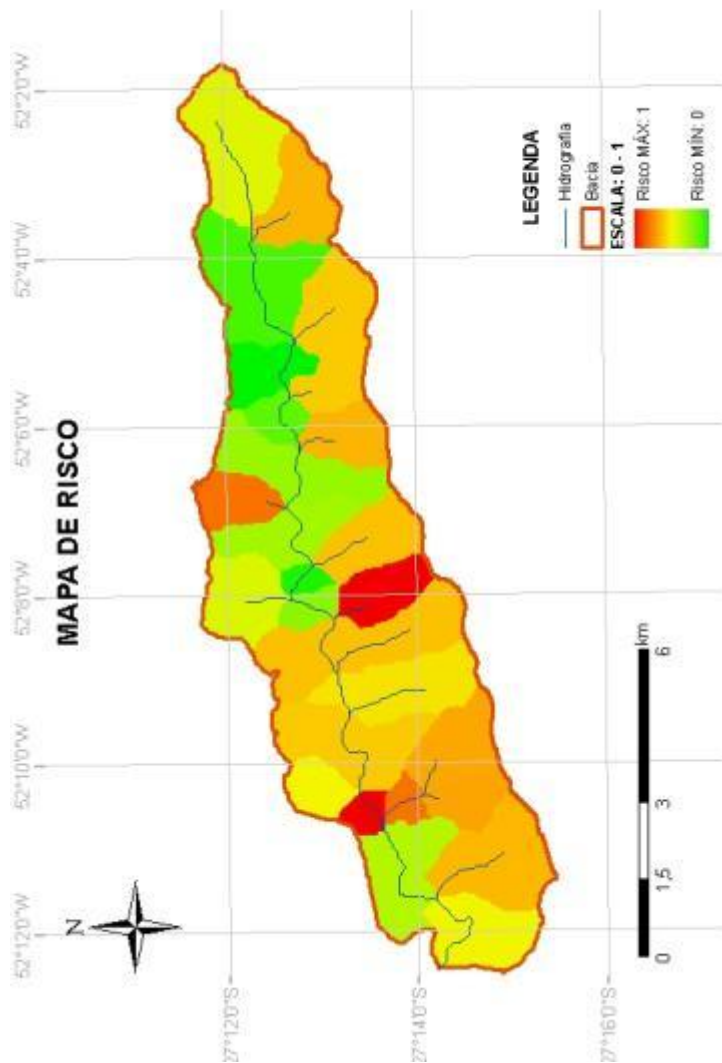
Onde:

Soma = Dado da coluna *Soma* da sub-bacia;

MIN(Soma) = Menor valor da coluna *Soma* para todas as sub-bacias;

MAX(Soma) = Maior valor da coluna *Soma* para todas as sub-bacias.





**Figura 5.1. Mapa de vulnerabilidades da bacia hidrográfica do Lajeado dos Fragosos**

Assim, para o menor valor da média (sub-bacia 5: 0,90), obtém-se o valor 0 (zero), e para o máximo (sub-bacia 21: 1,49), o valor 1 (um). Todos os outros valores encontrar-se-ão dentro destes limites. Esta escala representa o grau de vulnerabilidade para cada sub-bacia, segundo todas as proposições feitas.

Como pode ser visto no mapa acima, a maior parte das sub-bacias apresenta um grau de risco baixo ou mediano, em função das considerações feitas e da escala apresentada. O grau de risco de três das quatro sub-bacias que apresentam maior risco (sub-bacias 2, 18 e 21 – esta última que representa o limite superior da escala) foi fortemente influenciado pelo fator densidade de suínos, uma vez que estas sub-bacias são as únicas que possuem uma concentração superior a 15,93 suínos por hectare. Já a sub-bacia 23 obteve um alto grau de risco por possuir uma distância média das propriedades de suínos em relação aos corpos receptores abaixo dos 50 metros.

A sub-bacia 5, que representa o limite inferior da escala, foi a considerada de menor risco por não possuir propriedades produtoras de suínos, e possuir mais de 75% da sua área inserida em uma região de solo Nitossolo, que recebeu uma ponderação baixa por parte do avaliador, representando baixo risco de aporte de nutrientes aos corpos hídricos da região.

## 5.6. MAPAS DE RISCO DA BACIA

A partir do mapa e dos dados de risco das sub-bacias em que a bacia do Lajeado dos Fragosos foi subdividida, com a inserção das avaliações do fator *precipitação*, obtém-se os mapas de risco da bacia, por classe de precipitação.

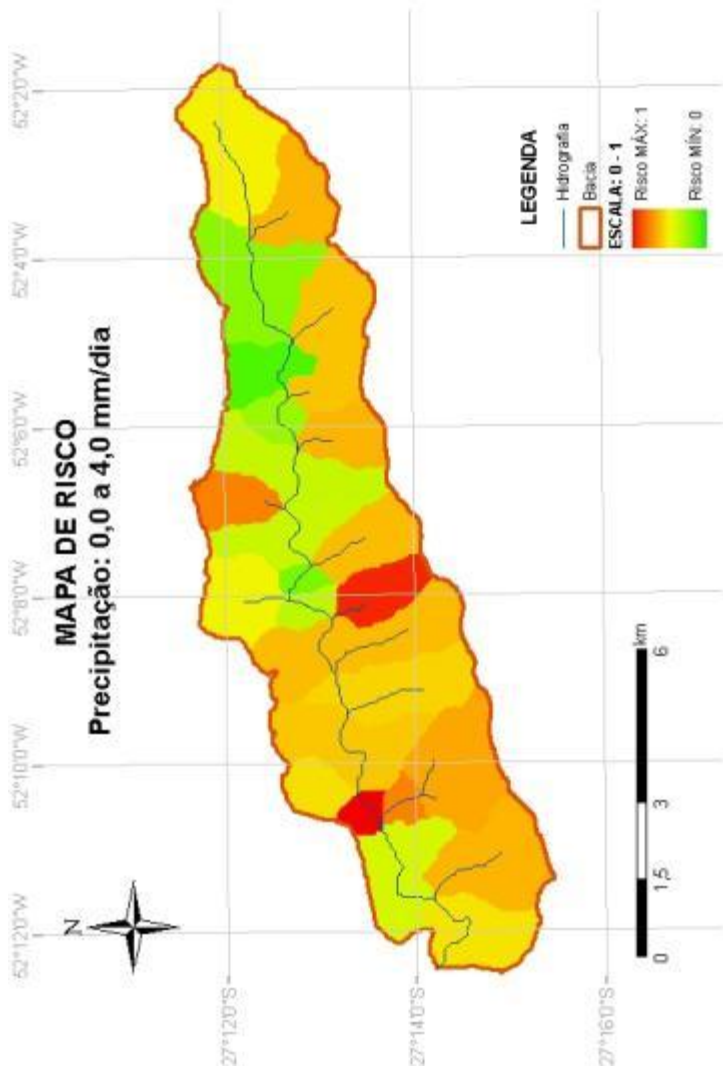


Figura 5.2. Mapa de risco da bacia para precipitações entre 0,0 e 4,0 mm/dia

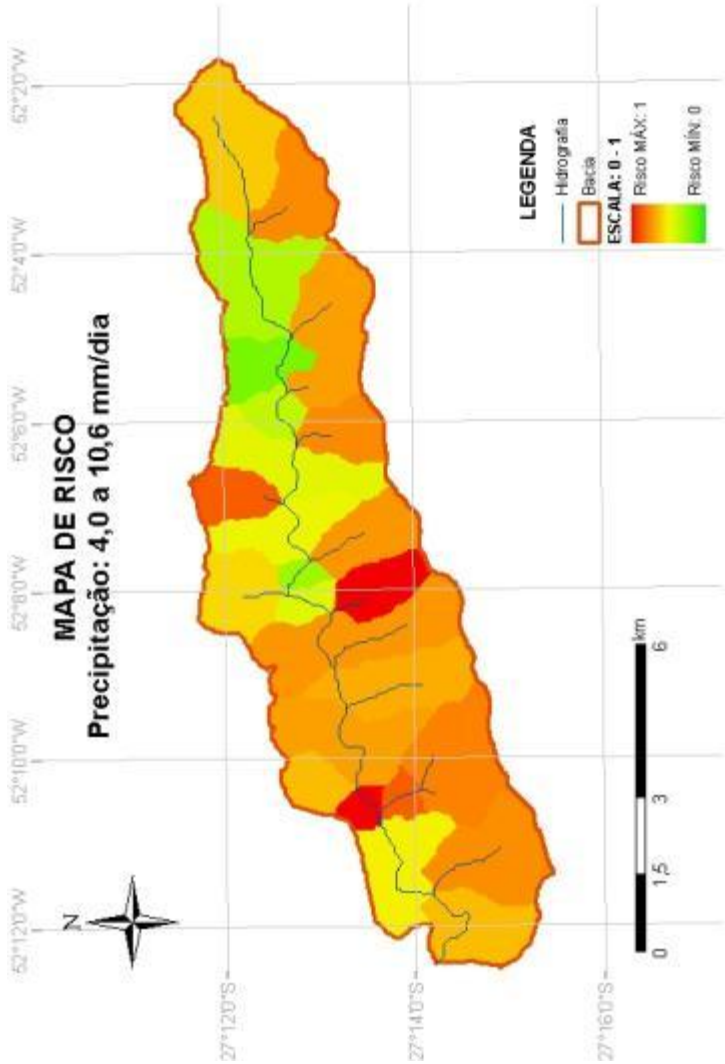


Figura 5.3. Mapa de risco da bacia para precipitações entre 4,0 e 10,6 mm/dia

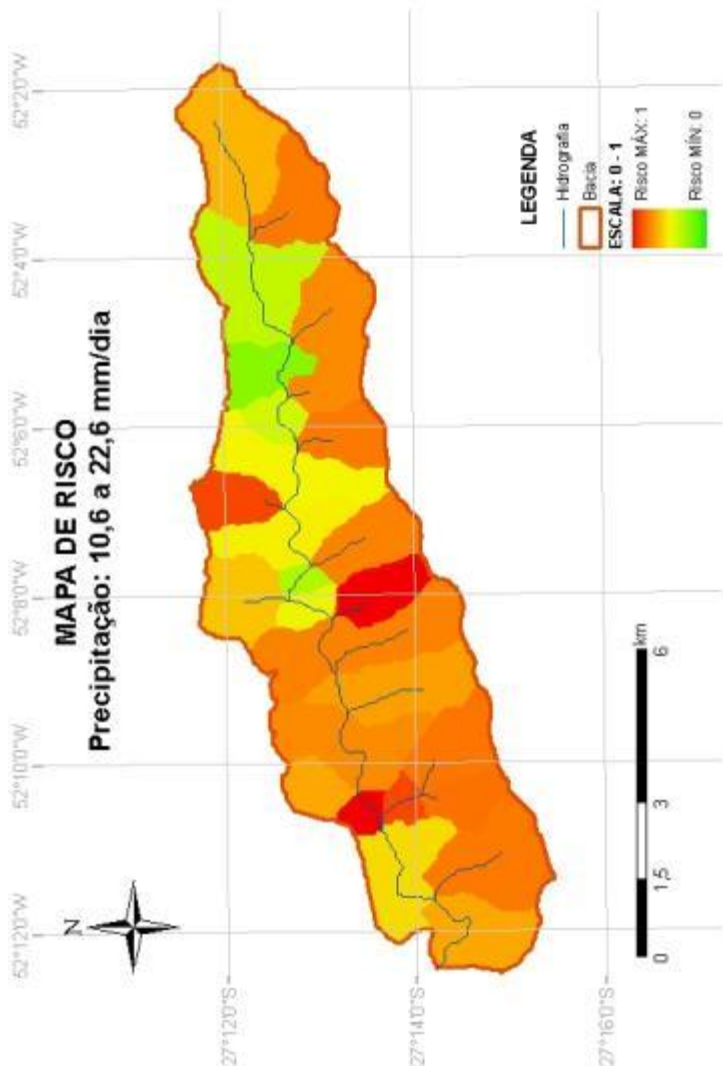


Figura 5.4. Mapa de risco da bacia para precipitações entre 10,6 e 22,6 mm/dia

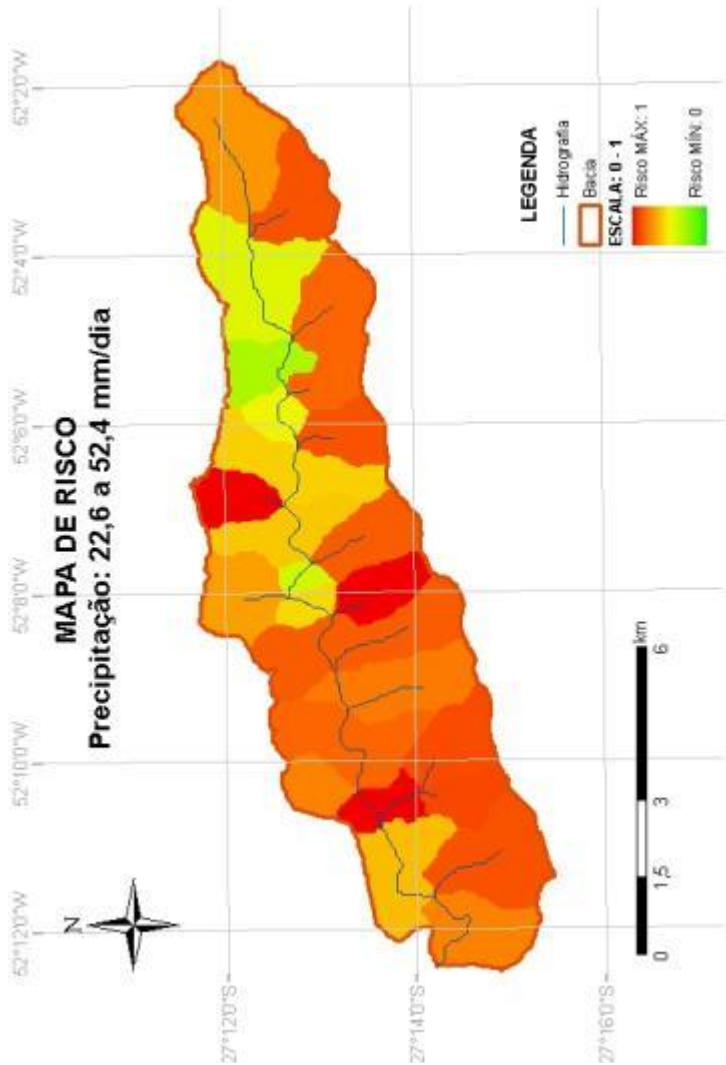


Figura 5.5. Mapa de risco da bacia para precipitações entre 22,6 e 52,4 mm/dia

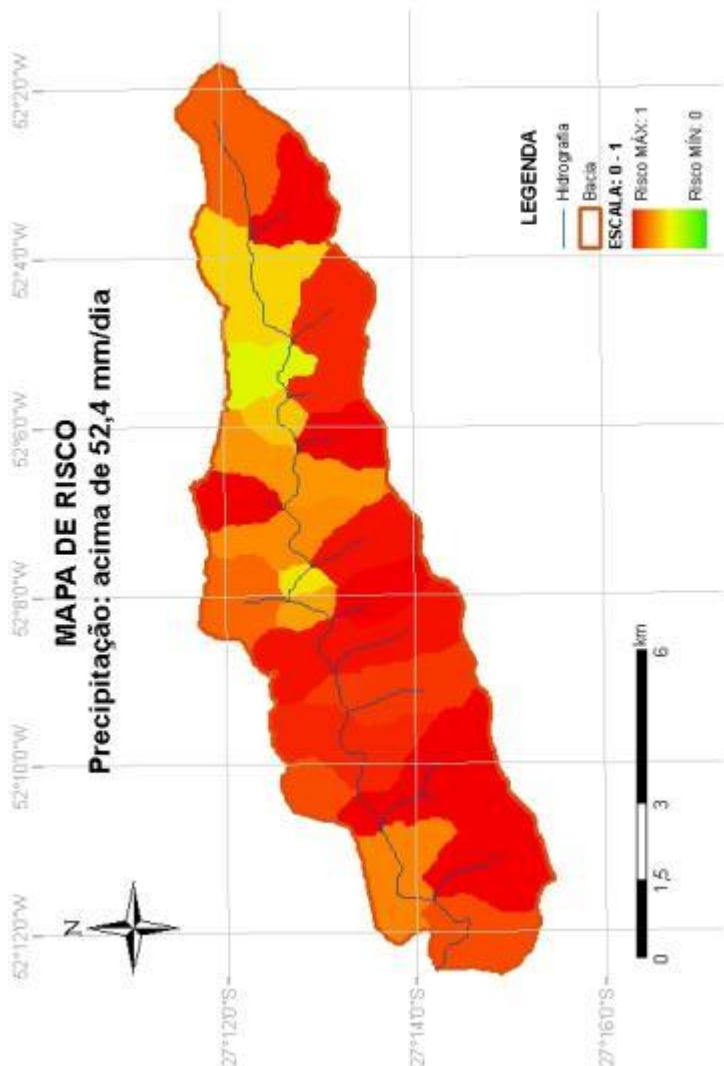


Figura 5.6. Mapa de risco da bacia para precipitações acima de 52,4 mm/dia

A partir das classes de precipitação e os pesos das respectivas notas dadas pelo avaliador, tem-se os mapas de risco das sub-bacias que compõem a bacia Lajeado dos Fragosos.

Os valores do grau de risco atribuído às sub-bacias foram obtidos a partir da escala de risco da bacia, apresentada na última coluna da Tabela 5.8. Esta escala, como já citado, foi obtida através da soma das ponderações dos cinco fatores. A esta soma foi adicionado o valor do peso da nota atribuída pelo especialista para as distintas classes de precipitação, e recalculado o valor para a escala entre 0 e 1, visando encaixar o novo valor na escala inicial (escala proveniente da soma dos cinco fatores). Aos valores que ultrapassaram o valor 1,00 (um), foi atribuído este valor (1,00), por se tratar do valor máximo da escala. As planilhas com o resumo dos valores pode ser vista no Apêndice C.

Assim, à medida que os pesos das notas do fator precipitação aumentam, e são inseridos nos cálculos do risco, o cenário para a bacia, como um todo, piora. Com o aumento do índice pluviométrico, as cores passam gradualmente do verde para o amarelo, e nos piores cenários atingem a cor vermelha, como representado na escala.

Como as classes de precipitação de 52,4 a 145,0 mm/dia e acima de 145,0 mm/dia obtiveram a mesma nota do especialista, e consequentemente têm o mesmo peso nos cálculos, pode-se juntar estas duas classes em um único mapa, caracterizando-o como um mapa de risco para precipitações acima de 52,4 mm/dia.

Comparando-se os mapas, é possível verificar que as regiões inicialmente de menor risco (esverdeadas) tornam-se gradativamente amareladas com o aumento dos índices pluviométricos. A última área verde existente encontra-se no mapa de precipitação entre 22,6 e 52,4 mm/dia, e representa a sub-bacia de menor risco (sub-bacia 5).

As regiões de médio risco, inicialmente de coloração amarela, tornam-se alaranjadas/avermelhadas, indicando o alto risco a que estão sujeitas. As bacias que já inicialmente eram alaranjadas ou avermelhadas, com a aplicação das chuvas superiores a 52,4 mm/dia atingem o grau de risco máximo na escala.

Ao final das apreciações, com a aplicação das precipitações acima de 52,4 mm/dia, as sub-bacias 2, 3, 12, 18, 21, 23, 25, 27 e 29 atingiram o grau máximo de risco sugerido pela escala.



## 6. CONCLUSÕES

A análise espacial do risco da suinocultura aos corpos d'água na bacia Lajeado dos Fragosos mostrou que a região central da bacia e as áreas à jusante possuem maior grau de risco comparado com as regiões à montante.

Na análise da variação da precipitação com o somatório dos demais fatores físicos, verificou-se, que, até determinado ponto, à medida que aumenta a precipitação, maior é o risco da bacia.

O ArcGis e o AHP mostraram-se ferramentas eficientes na análise do risco ambiental em uma bacia hidrográfica com alta concentração de suínos, porém é necessário considerar a opinião de vários especialistas nas áreas de interesse, pois esta informação possui um peso relevante na ordem dos fatores.

Constatou-se neste trabalho o desafio em adicionar a chuva como um fator temporal na análise espacial do risco, admitindo chuva homogênea sobre toda a área da bacia.

Verificou-se que apesar do método proposto ser empírico e subjetivo, ele pode fornecer uma dimensão da problemática apresentada e ser utilizado como ferramenta de tomada de decisão.

## 7. PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Para a elaboração de trabalhos futuros relacionados a este tema, faz-se, aqui, as seguintes sugestões:

- Utilizar ou incluir outros critérios e fatores nas análises para realização do mapeamento, como, por exemplo, critérios socioeconômicos;
- Correlacionar os índices pluviométricos com as alterações de parâmetros físico-químicos da água (exutória do corpo receptor), estabelecendo novas classes de precipitação em função das alterações destes parâmetros definidas em legislação;
- Realizar entrevistas para julgamento das classes com mais de um especialista para cada fator de análise, a fim de se obter diversas opiniões, para que se possa, através de análises estatísticas, adquirir um valor base em função das opiniões dos vários entrevistados.

## 8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (Hidroweb)**. Disponível em <[www.hidroweb.ana.gov.br](http://www.hidroweb.ana.gov.br)>. Acessado em 13 de maio de 2012.

AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA (ARPAS). **Impatto della variabilità delle condizioni climatologiche**. Progetto ProterinaC – Fase 2 – Azione 2.1. Programma di cooperazione transfrontaliera Italia/Francia 2007-2013. 2009. 93f. Disponível em <<http://www.proterina-c.eu/prodotti/PR211.pdf>>. Acessado em 31 de maio de 2012.

ALMEIDA, J. A.; MAÇANEIRO, K. C.; KLAMT, E. **Mineralogia da fração argila de solos vermelhos com horizontes superficiais brunados do planalto de Lages (SC)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, n. 4, p. 815-828, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, Minas Gerais. 2000. Disponível em <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1802/180218338014.pdf>>. Acessado em 16 de junho de 2012.

ARAÚJO, I. S.; COSTA, R. H. R.; BELLI FILHO, P. **Utilização de lagoa facultativa aerada e lagoa de maturação em série para tratamento de dejetos de suínos**. VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. 2010. 12p. Disponível em <[http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao\\_tecnico\\_cientifica/DOC\\_1241.pdf](http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao_tecnico_cientifica/DOC_1241.pdf)>. Acessado em 2 de junho de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA (ABIPECS). Disponível em <<http://www.abipecs.org.br>>. Acessado em 3 de junho de 2012.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS (ACCS). **Relatório anual 2011**. 2012. 37 f. Disponível em <[http://www.accs.org.br/editar/arquivos/editar\\_relatorios/Relatorio2011%20OK.pdf](http://www.accs.org.br/editar/arquivos/editar_relatorios/Relatorio2011%20OK.pdf)>. Acessado em 3 de junho de 2012.

BAPTISTA, J. **Métodos de preparo de solo e sua influência na erosão hídrica e desenvolvimento inicial de *Eucalyptus saligna* em um Cambissolo Háptico da depressão central do estado do Rio Grande do Sul.** Tese (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2008. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/14716/000666405.pdf?sequence=1>>. Acessado em 15 de junho de 2012.

BASNYAT, P.; TEETER, L. D.; LOCKABY, B. G.; FLYNN, K. M. **The use of remote sensing and GIS in watershed level analyses of non-point source pollution problems.** School of Forestry, Auburn University, AL, EUA. 1999.

BELLI FILHO, P.; CASTILHO JR., A. B.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. **Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p. 166-170, Campina Grande, Paraíba. 2001.

BELLI FILHO, P.; SILVA, G. P.; SANTO, C. L.; LISBOA, H. M.; JÚNIOR, G. N. C. **Avaliação de impactos de odores em bacias hidrográficas com produções de suínos.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), v. 12, n. 3, p. 252-258. 2007. Disponível em <[http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v12n03/116\\_05.pdf](http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v12n03/116_05.pdf)>. Acessado em 22 de maio de 2012.

BLAINSKY, E.; GARBOSSA, L. H. P.; MALUTTA, S. **Aplicação do modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool) para simulação da perda de solo e da disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica não instrumentada.** 10º Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2010. 11f. Disponível em <[http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao\\_tecnico\\_cientifica/DOC\\_524.pdf](http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao_tecnico_cientifica/DOC_524.pdf)>. Acessado em 12 de maio de 2012.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.652, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de

24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12652.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12652.htm)>. Acessado em 1 de junho de 2012.

**BRASIL. Política Nacional de Defesa Civil.** Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil. Brasília. 82 f. 2007. Disponível em <<http://www.defesacivil.gov.br/politica/index.asp>>. Acessado em 10 de junho de 2012.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D.; CARVALHO, M. S. **Análise espacial e geoprocessamento.** INPE, São José dos Campos, São Paulo. 27 f. 1999. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>>. Acessado em 1 de julho de 2012.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; RIO, G. A. P. **Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas.** Anuário do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), vol. 28-2, p. 11-30, 2005. Disponível em <[http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario\\_2005/Anuario\\_2005\\_11\\_30.pdf](http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2005/Anuario_2005_11_30.pdf)>. Acessado em 11 de junho de 2012.

CENTRO DE SOCIOECONOMIA E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA (CEPA). Disponível em <[cepa.epagri.sc.gov.br](http://cepa.epagri.sc.gov.br)>. Acessado em 31 de março de 2012.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Manual de orientação para elaboração de estudos de análise de risco da CETESB (P4.261).** São Paulo. Maio, 2011. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/46-consultas-publicas>>. Acessado em 1 de maio de 2012.

COOPER, M.; VIDAL-TORRADO, F. **Caracterização morfológica, micromorfológica e físico-hídrica de solos com horizonte B nítico.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n. 4, p. 581-595, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, Minas Gerais. 2005. Disponível em <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1802/180214035011.pdf>>. Acessado em 16 de junho de 2012.

COSTA, J. F. S.; CORREIA, M. G.; SOUZA, L. T. T. **Auxílio à decisão utilizando o método AHP – análise competitiva dos softwares estatísticos.** 42º Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul. 2010. 12f. Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STO\\_113\\_739\\_16433.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_739_16433.pdf)>. Acessado em 10 de maio de 2012.

DALLA COSTA, O. A.; MORÉS, N.; LIMA, G. J. M. M.; SOBESTIANSKY, J.; BARIONI JR.; W.; GUZZO, R.; DARTORA, V. **Aspectos da nutrição relacionados com a criação de suínos em fase de creche, crescimento e terminação em granjas do sul do Brasil.** Comunicado Técnico 288, EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina, agosto, 2001, p. 1-6.

DALMAGO, G. A. **Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional.** Tese (Doutorado), Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2004. 268 f. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4312>>. Acessado em 20 de maio de 2012.

DAMASCENO; F. **Injeção de dejetos líquidos de suínos no solo e inibidor de nitrificação como estratégias para reduzir as emissões de amônia e óxido nítrico.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2010. 121 f. Disponível em <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/disserta%E7%F5es%20e%20teses/DISSERT A%C7%C3O%20DE%20MESTRADO%20FABIANO%20DAMASCE NO.pdf>>. Acessado em 6 de abril de 2012.

DAVIS, C.; CÂMARA, G. **Arquitetura de sistemas de informação geográfica.** Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais. 1999. Disponível em <[http://www.rc.unesp.br/igce/geologia/GAA01048/aulas\\_files/cap3-arquitetura.pdf](http://www.rc.unesp.br/igce/geologia/GAA01048/aulas_files/cap3-arquitetura.pdf)>. Acessado em 1 de julho de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2004. Disponível em

<<http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/fragosos.html>>. Acessado em 4 de novembro de 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **A suinocultura e a questão ambiental**. 2003. Disponível em <<http://www.cnpsa.embrapa.br/invtec/ambiente.html>>. Acessado em 22 de junho de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Bacia do Lajeado dos Fragosos**. Plano Nacional do Meio Ambiente (PNMA II), Projeto Suinocultura em Santa Catarina. Ministério do Meio Ambiente. 2004.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Levantamento Agropecuário Catarinense**. 2003. Disponível em <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/Dados\\_do\\_LAC/tabelas\\_modulo2.htm](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Dados_do_LAC/tabelas_modulo2.htm)>. Acessado em 26 de junho de 2012.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Mapa de solos: Unidade de Planejamento Regional Oeste (UPR 1)**. Florianópolis. 2002. Disponível em <<http://home.furb.br/tfenilli/materiais/solos/1.pdf>>. Acessado em 3 de maio de 2012.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Modelagem de risco para chuvas intensas em Santa Catarina**. 21 f. 2010. Disponível em <[http://www.ciram.com.br/ciram\\_arquivos/arquivos/gtc/downloads/01reunia/GTC\\_Seminario\\_Finep\\_14\\_chuva\\_intensa\\_18\\_05\\_2010.pdf](http://www.ciram.com.br/ciram_arquivos/arquivos/gtc/downloads/01reunia/GTC_Seminario_Finep_14_chuva_intensa_18_05_2010.pdf)>. Acessado em 9 de junho de 2012.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Modelo Digital de Elevação SRTM/NASA – SC ajustado**. 2005. Disponível em <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca>>. Acessado em 12 de maio de 2012.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina.** Versão técnica. 1999. Disponível em <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/portal/website/index.jsp?url=jsp/agricultura/zoneAgroecologico.jsp&tipo=agricultura>>. Acessado em 12 de maio de 2012.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI); SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SDS). **Mapa de unidades hidrográficas de Santa Catarina.** 2005. Disponível em <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca>>. Acessado em 12 de maio de 2012.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI); INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapoteca topográfica digital de Santa Catarina.** 2004. Disponível em <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>>. Acessado em 20 de maio de 2012.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **General guidance for risk management programs (40 CFR Part 68).** Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office. July, 1998. (EPA 550B-98-003). Disponível em <<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/100035WP.PDF?ZyActionP=PDF&Client=EPA&Index=1995%20Thru%201999&File=D%3A%5CZYFILES%5CINDEX%20DATA%5C95THRU99%5CTXT%5C0000011%5C100035WP.txt&Query=&SearchMethod=1&FuzzyDegree=0&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&QField=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&Docs=>>>. Acessado em 1 de maio de 2012.

ESPANHOL, G. L. **Controle de ervas e adubação orgânica em macieira: propriedades químicas e físicas do solo.** Dissertação (Mestrado), Programa de Mestrado em Agronomia, Curso de Mestrado em Ciência do Solo, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). 59 f. 2005. Disponível em

<[http://manejodosolo.cav.udesc.br/www17/messias\\_up/conteudos/737b04b11960546b17bdad9deb832056/file/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20final%20Gilmar%20Espanhol.pdf](http://manejodosolo.cav.udesc.br/www17/messias_up/conteudos/737b04b11960546b17bdad9deb832056/file/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20final%20Gilmar%20Espanhol.pdf)>. Acessado em 16 de junho de 2012.

FASOLO, P. J.; POTTER, R. O.; CARVALHO, A. M.; et al. **Levantamento de reconhecimento de solo dos Estado de Santa Catarina – Solos – SHP**. EMBRAPA Solos. 2004. Disponível em <[mapoteca.cnps.embrapa.br/geoacervo/det\\_mapa.aspx](http://mapoteca.cnps.embrapa.br/geoacervo/det_mapa.aspx)>. Acessado em 26 de junho de 2012.

FELICIANO FILHO, W. C. **Análise de riscos como ferramentas de gestão ambiental**. CRQ. 2008. Disponível em <<http://www.crq4.org.br/default.php?p=texto.php&c=downloads>>. Acessado em 1 de maio de 2012.

FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE (FAS). **Livestock and poultry: world markets and trade**. United States Department of Agriculture. Office of Global Analysis. Outubro, 2010. Disponível em <[http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2010/livestock\\_poultryfull101510.pdf](http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2010/livestock_poultryfull101510.pdf)>. Acessado em 18 de março de 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Disponível em <<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/pigs/home.html>>. Acessado em 3 de novembro de 2011.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (FATMA). **Instrução normativa n° 11**. Disponível em <[http://www.fatma.sc.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=32&Itemid=83](http://www.fatma.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=32&Itemid=83)>. Acessado em 21 de maio de 2012.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (FATMA); EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Gestão ambiental de propriedades suinícolas: experiência do projeto suinocultura SC**. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional do Meio Ambiente (PNMA II), Projeto Suinocultura em Santa Catarina. Ministério do Meio Ambiente. 2006. Disponível em <[http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/camaras/eventos/29\\_04\\_2010/case.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/camaras/eventos/29_04_2010/case.pdf)>. Acessado em 21 de maio de 2012.



FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (FATMA); GEOAMBIENTE; PROJETO PROTEÇÃO DA MATA ATLÂNTICA (PPMA-SC); KFW. **Mapeamento temático geral do Estado de Santa Catarina**. 2009.

FUNDACENTRO. Projeto Acqua Forum Santa Catarina. Disponível em <http://www.fundacentro.sc.gov.br/acquaforum/principal/rh.php#aguas> . Acessado em 21 de abril de 2012.

GALVÍNCIO, J. D.; SOUSA, F. A. S.; SHIRINIVASAN, V. S. **Análise do relevo da bacia hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa**. Revista de Geografia, v. 23, n. 1, p. 54-69, 2006. Disponível em <http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/60/21>>. Acessado em 20 de maio de 2012.

GBUREK, W. J.; SHARPLEY, A. N. **Hydrologic controls on phosphorus loss from upland agricultural watersheds**. 1998. 11 f. Disponível em <http://naldc.nal.usda.gov/download/20277/PDF>>. Acessado em 6 de abril de 2012.

GOMES, S. D.; NAGAE, R. Y.; ZENATTI, D. C.; FAZOLO, A.; GOMES, B. M. **Efeito do manejo da lâmina d'água na minimização do volume de efluentes gerados na produção de suínos**. Revista Irriga, v. 14, n. 2, p. 233-242, Botucatu, São Paulo. 2009. Disponível em <http://200.145.140.50/ojs1/viewarticle.php?id=441&layout=abstract>>. Acessado em 27 de junho de 2012.

HOLTZ, A. M. **Avaliação de reservatórios de estabilização no polimento de efluente de sistema de tratamento de dejetos suínos visando o reúso na propriedade produtora**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, Santa Catarina. 2010. 151 f. Disponível em [http://www.ens.ufsc.br/principal/busca\\_tcc.php](http://www.ens.ufsc.br/principal/busca_tcc.php)>. Acessado em 6 de abril de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário 2006**. 2006. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acessado em 3 de novembro de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo populacional 2010**. 2010. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acessado em 3 de novembro de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de pedologia**. Manuais Técnicos em Geociências, n. 4. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Diretoria de Geociências, Coordenadoria de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2ª ed. 2007. Disponível em <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/manuais\\_tecnicos/manual\\_tecnico\\_pedologia.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_pedologia.pdf)>. Acessado em 20 de maio de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE Cidades). 2009. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acessado em 8 de abril de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE Estados). Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acessado em 21 de abril de 2012.

KONZEN, E. A. **Aproveitamento de dejetos líquidos de suínos para fertirrigação e fertilização em grandes culturas**. Circular Técnica 32, EMBRAPA. Sete Lagoas, Minas Gerais. 2003. 11 f. Disponível em <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2003/circular/Circ\\_32.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2003/circular/Circ_32.pdf)>. Acessado em 6 de abril de 2012.

KONZEN, E. A.; BARROS, L. C. **Lagos de estabilização natural para armazenamento de dejetos líquidos de suínos**. Sete Lagoas: EMBRAPA – Milho e Sorgo, 1997. 14 f. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/478844>>. Acessado em 6 de abril de 2012.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª ed. São Paulo. Oficina de Textos. 2010.

MARCHESAN, J.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. **Água: qualidade e disponibilidade segundo os atores envolvidos no processo produtivo agropecuário da sub-bacia do Lajeado dos Fragosos, Concórdia, SC.** 2006. 20 f. Disponível em <<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT12-696-402-20080510143029.pdf>>. Acessado em 2 de junho de 2012.

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. Porto Alegre, v.3, n.4, outubro/dezembro, 2002. 6 f. Disponível em <[http://taquari.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3\\_n4/artigo2.pdf](http://taquari.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n4/artigo2.pdf)>. Acessado em 6 de abril de 2012.

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina.** Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria. 164 f. 2006. Disponível em <<http://coralx.ufsm.br/ppgcs/disserta%E7%F5es%20e%20teses/teses/Tese%20Mattias-PDF-Dez-2006.pdf>>. Acessado em 26 de junho de 2012.

MELLO, M. A.; FILIPPI, E. E. **Mudanças técnicas e poluição ambiental difusa no oeste de Santa Catarina: uma análise a partir da economia ecológica.** XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER). Epagri, Chapecó; UFRGS, Porto Alegre. 2007. 17p. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/pgdr/arquivos/489.pdf>>. Acessado em 6 de abril de 2012.

MIELE, M.; MACHADO, J.S. **Os caminhos da suinocultura.** 2010, Disponível em <[http://file.aviculturaindustrial.com.br/Material/Tecnico/caminhos\\_suinocultura.pdf](http://file.aviculturaindustrial.com.br/Material/Tecnico/caminhos_suinocultura.pdf)>. Acessado em 6 de abril de 2012.

MIRANDA, C. R.; COLDEBELLA, A. **Aspectos produtivos e ambientais da suinocultura desenvolvida na sub-bacia do Lajeado dos Fragosos – Concórdia – SC.** Concórdia, EMBRAPA Suínos e Aves. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 1. 2002. 22 f. Disponível em

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/443230>>. Acessado em 21 de maio de 2012.

MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C.; SEIFFERT, N. F.; PAIVA, D. P.; SILVA, A. P. **Diagnóstico socioeconômico e ambiental da sub-bacia hidrográfica do Lajeado dos Fragosos – Concórdia – SC.** 42º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2000. 11 f. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/v-011.pdf>>. Acessado em 20 de maio de 2012.

MOREIRA, I. C. L.; MATTIAS, J. L.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; TRENTIN, É. E.; POCOJESKI, E.; LOURENZI, C. **Adsorção de cobre, zinco e manganês em solos sob aplicação de dejetos suínos em Santa Catarina.** Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Solos, Santa Maria, Rio Grande do Sul. 4 f. 2005. Disponível em <[http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/CBCS\\_RECIFE/POLUI%C7%C3O%20DO%20SOLO%20E%20QUALIDADE%20AMBIENTAL/pdf/Isabel%20Cristina%20Lopes%20Moreira.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/CBCS_RECIFE/POLUI%C7%C3O%20DO%20SOLO%20E%20QUALIDADE%20AMBIENTAL/pdf/Isabel%20Cristina%20Lopes%20Moreira.pdf)>. Acessado em 21 de maio de 2012.

NUNES JR., L. F. **Tomada de decisão com múltiplos critérios: pesquisa-ação sobre o método AHP em pequenas empresas.** Dissertação (Mestrado). Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. 2006. 128 f. Disponível em <[http://www.ppga.com.br/mestrado/2006/nunesjr-luis\\_fernando.pdf](http://www.ppga.com.br/mestrado/2006/nunesjr-luis_fernando.pdf)>. Acessado em 17 de maio de 2012.

OLIVEIRA, A. A.; COSTA, J. A. F.; NETO, M. V. S. **Aplicação do método de análise hierárquica na tomada de decisão para a adoção de computação em nuvem.** Anais 15º Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), Unidade Berrini – Fundação Getúlio Vargas (FGV-SP). São Paulo. 2011. 16f. Disponível em <[http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2011/artigos/E2011\\_T00389\\_PC N38251.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2011/artigos/E2011_T00389_PC N38251.pdf)>. Acessado em 17 de maio de 2012.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). **Dados climáticos e produtos relacionados.** 2012. Disponível em

<[http://www.wmo.int/pages/themes/climate/climate\\_data\\_and\\_products.php](http://www.wmo.int/pages/themes/climate/climate_data_and_products.php)>. Acessado em 13 de junho de 2012.

PALHARES, J. C. P.; JÚNIOR, W. B.; JACOB, A. D.; PERDOMO, C. C. **Impacto ambiental da concentração de suínos na microbacia hidrográfica do Rio Fragosos**. EMBRAPA, Comunicado Técnico 307. 8 f. 2002. Disponível em <[www.cnpsa.embrapa.br/](http://www.cnpsa.embrapa.br/)>. Acessado em 6 de abril de 2012.

PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; MATOS, A. T. **Desprendimento e arraste do solo pelo escoamento superficial**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol.7, n. 3, p. 423-429, 2003. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v7n3/v7n3a03.pdf>>. Acessado em 12 de junho de 2012.

PIOVESAN, R. P.; FAVARETTO, N; PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V.; REISSMANN, C. B. **Perdas de nutrientes via subsuperfície em colunas de solo sob fertilização mineral e orgânica**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 33, n. 4, p. 757-766, 2009. Sociedade Brasileira de Física. Brasil. Disponível em <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1802/180214069002.pdf>>. Acessado em 11 de junho de 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCÓRDIA (PMC). Disponível em <[www.concordia.sc.gov.br](http://www.concordia.sc.gov.br)>. Acessado em 31 de março de 2011.

PRESTES, R. M. **Análise da sustentabilidade ambiental da suinocultura com base no balanço de N e P e na percepção dos agricultores no município de Frederico Westphalen/RS**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Comunitária Regional de Chapecó. 2010. 93 f. Disponível em <<http://www5.unochapeco.edu.br/pergamum/biblioteca/php/imagens/00006A/00006A3D.pdf>>. Acessado em 22 de junho de 2012.

RANIERI, S. B. L.; SPAVOREK, G.; SOUZA, M. P.; NETO, D. D. **Aplicação de índice comparativo na avaliação do risco de**

**degradação das terras.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 22, p. 751-760. 1998. Disponível em <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v22n4a21.pdf>>. Acessado em 1 de julho de 2012.

RODRIGUES, R. S. **Redução de carga poluidora em lodo de suinocultura através de filtração.** Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4245>>. Acessado em 12 de junho de 2012.

ROSÁRIO, G. O. **Análise espacial aplicada à determinação do risco de erosão do solo na porção Noroeste do município de Itabirito.** Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Departamento de Cartografia, 34 f. 2010.

SANTA CATARINA. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução CONSEMA nº 01/2004.** Define as atividades potencialmente poluidoras, por meio de listagem, e os critérios para o exercício da competência do Licenciamento Ambiental Municipal. Disponível em <[www.sds.sc.gov.br](http://www.sds.sc.gov.br)>. Acessado em 16 de junho de 2012.

SANTA CATARINA. **Lei Estadual nº 10.949, de 9 de novembro de 1998.** Dispõe sobre a caracterização do Estado em dez regiões hidrográficas. Disponível em <[http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo\\_visualizar\\_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=266&idMenuPai=235](http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=266&idMenuPai=235)>. Acessado em 3 de abril de 2012.

SANTA CATARINA. **Lei Estadual nº 14.675, de 13 de abril de 2009.** Institui o Código Ambiental Catarinense e estabelece outras providências. Disponível em <[www.mp.sc.gov.br](http://www.mp.sc.gov.br)>. Acessado em 16 de maio de 2012.

SARDÁ, L. G.; HIGARASHI, M. M.; MULLER, S.; OLIVEIRA, P. A.; COMIN, J. J. **Redução da emissão de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>S através da compostagem de dejetos suínos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 9, p. 1008-1013, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. 2010. Disponível em

<<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n9/a14v14n9.pdf>>. Acessado em 27 de junho de 2006.

SCHERER, E. E. **Aproveitamento do esterco de suínos como fertilizante**. CEPAF/EPAGRI. Chapecó. 11 f. 2000. Disponível em <[http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf\\_doc/9-EloiScherer.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/9-EloiScherer.pdf)>. Acessado em 5 de novembro de 2011.

SEGANFREDO, M. A. **Análise de riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo do solo**. EMBRAPA Suínos e Aves: Comunicado técnico. Concórdia, Santa Catarina. 2000. 3f. Disponível em <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/cot268.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot268.pdf)>. Acessado em 3 de junho de 2012.

SEGANFREDO, M. A. **Os dejetos de suínos são um fertilizante ou um poluente do solo?** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.16, n.3, p.129-141, setembro/dezembro, 1999. 13 f. Disponível em <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8907/5028>>. Acessado em 6 de abril de 2012.

SILVA, A. M.; ALVARES, C. A. **Levantamento de informações e estruturação de um banco de dados sobre a erodibilidade de classes de solos no estado de São Paulo**. Revista Geociências, v. 24, n. 1, p. 33-41, Universidade do Estado de São Paulo (UNESP). 2005. Disponível em <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/181/151>>. Acessado em 16 de junho de 2012.

SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; LIMA, J. M.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. **Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural**. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, n. 12, p. 1223-1230. Brasília. 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n12/27513.pdf>>. Acessado em 16 de junho de 2012.

SILVA, A. P. **Diagnóstico sócio, econômico e ambiental: aspectos sobre a sustentabilidade da bacia hidrográfica dos**

**Fragosos, Concórdia/SC.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. 255 f. 2000.

SILVA, A. S.; BUSCHINELLI, C. C. A.; RODRIGUES, I. A.; MACHADO, R. E. **Índice de sustentabilidade ambiental do uso da água (ISA\_ÁGUA): municípios da região do entorno do rio Poxim, SE.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento EMBRAPA, Jaguariúna, n. 22, p. 17-26. 2004. Disponível em <[http://www.cnpma.embrapa.br/download/boletim\\_22.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/boletim_22.pdf)>. Acessado em 01 de agosto de 2012.

SILVA, C. H. C. **Identificação de fragilidades ambientais na bacia do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa-MG utilizando análise multicritério.** Dissertação (*Magister Scientiae*), Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais. 120 f. 2010.

SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A.; BOGNOLA, I. A. **Recomendação de solos para Araucaria angustifolia com base nas suas propriedades físicas e químicas.** 2001. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/30233/1/silva.pdf>>. Acessado em 16 de junho de 2012.

STEIGUER, J. E.; DUBERSTEIN, J.; LOPES, V. **The analytics hierarchy process as a means for integrated watershed management.** Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. Tucson, Arizona, EUA. 2003. 5f. Disponível em <<http://www.tucson.ars.ag.gov/icrw/proceedings/steiguer.pdf>>. Acessado em 17 de maio de 2012.

TORTORELLA, G. L. **Sistemática para orientação do planejamento de layout com apoio de análise de decisão multicritério.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2006. 111 f. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6354/000528757.pdf?sequence=1>>. Acessado em 17 de maio de 2012.



TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. **Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério.** Produção, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/21286>>. Acessado em 17 de maio de 2012.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR). **UNISDR terminology on disaster risk reduction.** Genebra, Suíça. 35 f. 2009. Disponível em <[http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologyEnglish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf)>. Acessado em 10 de junho de 2012.

## 9. APÊNDICES

### 9.1. APÊNDICE A

Neste apêndice estão as tabelas com os resultados das análises feitas através do *software* ArcSWAT, para as ponderações dos fatores uso e ocupação do solo, tipo de solo, e declividade do terreno em relação às avaliações atribuídas pelos especialistas, para todas as 29 sub-bacias em que a bacia do Lajeado dos Fragosos foi subdividida.

<b>Bacia Lajeado dos Fragosos</b>		<b>ÁREA (ha)</b>		
<b>Número de sub-bacias</b>	<b>29</b>	<b>5.887,17</b>		
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	2.371,86	40,28%	
	Pastagens e campos naturais	2.796,84	47,51%	
	Agricultura	452,70	7,69%	
	Área urbanizada	145,26	2,47%	
	Reflorestamento	67,23	1,14%	
	Corpos d'água	53,28	0,91%	
	<b>TOTAL</b>	<b>5.887,17</b>	<b>100,00%</b>	
TIPO DE SOLO	Neossolo	202,95	3,45%	
	Nitossolo	1.083,87	18,41%	
	Cambissolo	4.513,05	76,66%	
	<b>TOTAL</b>	<b>5.799,87</b>	<b>98,52%</b>	
DECLIVIDADE	0-10	936,09	15,90%	
	10-15	829,26	14,09%	
	15-20	967,59	16,44%	
	20-25	1.056,42	17,94%	
	> 25	2.097,81	35,63%	
	<b>TOTAL</b>	<b>5.887,17</b>	<b>100,00%</b>	
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	1	404,01	6,86%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	192,87	3,28%	47,74%
	Pastagens e campos naturais	166,77	2,83%	41,28%
	Reflorestamento	0,99	0,02%	0,25%

	Agricultura	41,85	0,71%	10,36%
	Área urbanizada	1,53	0,03%	0,38%
	<b>TOTAL</b>	<b>404,01</b>	<b>6,87%</b>	<b>100,01%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	328,50	5,58%	81,31%
	Nitossolo	75,51	1,28%	18,69%
	<b>TOTAL</b>	<b>404,01</b>	<b>6,86%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	48,87	0,83%	12,10%
	10-15	66,24	1,13%	16,40%
	15-20	93,33	1,59%	23,10%
	20-25	87,30	1,48%	21,61%
	> 25	108,27	1,84%	26,80%
	<b>TOTAL</b>	<b>404,01</b>	<b>6,87%</b>	<b>100,01%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	2	152,37	2,59%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	74,88	1,27%	49,14%
	Agricultura	9,99	0,17%	6,56%
	Área urbanizada	15,57	0,26%	10,22%
	Floresta	51,93	0,88%	34,08%
	<b>TOTAL</b>	<b>152,37</b>	<b>2,58%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Neossolo	30,78	0,52%	20,20%
	Cambissolo	74,25	1,26%	48,73%
	Nitossolo	47,34	0,80%	31,07%
	<b>TOTAL</b>	<b>152,37</b>	<b>2,58%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	44,37	0,75%	29,12%
	10-15	30,87	0,52%	20,26%
	15-20	25,02	0,42%	16,42%
	20-25	27,81	0,47%	18,25%
	> 25	24,30	0,41%	15,95%
	<b>TOTAL</b>	<b>152,37</b>	<b>2,57%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	3	232,47	3,95%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	71,28	1,21%	30,66%
	Pastagens e campos naturais	82,35	1,40%	35,42%
	Agricultura	9,63	0,16%	4,14%
	Área urbanizada	64,35	1,09%	27,68%
	Reflorestamento	4,86	0,08%	2,09%

	<b>TOTAL</b>	<b>232,47</b>	<b>3,94%</b>	<b>99,99%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	211,23	3,59%	90,86%
	Nitossolo	21,24	0,36%	9,14%
	<b>TOTAL</b>	<b>232,47</b>	<b>3,95%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	30,42	0,52%	13,09%
	10-15	36,90	0,63%	15,87%
	15-20	47,07	0,80%	20,25%
	20-25	56,88	0,97%	24,47%
	> 25	61,20	1,04%	26,33%
	<b>TOTAL</b>	<b>232,47</b>	<b>3,96%</b>	<b>100,01%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	4	232,20	3,94%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	102,06	1,73%	43,95%
	Pastagens e campos naturais	98,64	1,67%	42,48%
	Agricultura	31,50	0,54%	13,57%
	<b>TOTAL</b>	<b>232,20</b>	<b>3,94%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Neossolo	74,07	1,26%	31,90%
	Cambissolo	110,97	1,88%	47,79%
	Nitossolo	47,16	0,80%	20,31%
	<b>TOTAL</b>	<b>232,20</b>	<b>3,94%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	48,60	0,83%	20,93%
	10-15	30,51	0,52%	13,14%
	15-20	36,54	0,62%	15,74%
	20-25	43,47	0,74%	18,72%
	> 25	73,08	1,24%	31,47%
	<b>TOTAL</b>	<b>232,20</b>	<b>3,95%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	5	162,45	2,76%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	63,54	1,08%	39,12%
	Pastagens e campos naturais	81,81	1,39%	50,36%
	Agricultura	4,41	0,07%	2,71%
	Área urbanizada	12,69	0,22%	7,81%
	<b>TOTAL</b>	<b>162,45</b>	<b>2,76%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Neossolo	34,56	0,59%	21,27%
	Cambissolo	1,44	0,02%	0,89%
	Nitossolo	126,45	2,15%	77,84%

	<b>TOTAL</b>	<b>162,45</b>	<b>2,76%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	48,60	0,83%	29,92%
	10-15	28,80	0,49%	17,73%
	15-20	28,26	0,48%	17,40%
	20-25	26,01	0,44%	16,01%
	> 25	30,78	0,52%	18,95%
	<b>TOTAL</b>	<b>162,45</b>	<b>2,76%</b>	<b>100,01%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	6	414,72	7,04%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	206,55	3,51%	49,81%
	Pastagens e campos naturais	144,09	2,45%	34,74%
	Agricultura	28,80	0,49%	6,94%
	Área urbanizada	35,28	0,60%	8,51%
	<b>TOTAL</b>	<b>414,72</b>	<b>7,05%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Neossolo	0,54	0,01%	0,13%
	Cambissolo	155,70	2,64%	37,54%
	Nitossolo	258,48	4,39%	62,33%
	<b>TOTAL</b>	<b>414,72</b>	<b>7,04%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	114,12	1,94%	27,52%
	10-15	99,54	1,69%	24,00%
	15-20	76,41	1,30%	18,42%
	20-25	54,99	0,93%	13,26%
	> 25	69,66	1,18%	16,80%
	<b>TOTAL</b>	<b>414,72</b>	<b>7,04%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	7	94,95	1,61%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	48,96	0,83%	51,56%
	Agricultura	12,24	0,21%	12,89%
	Floresta	33,75	0,57%	35,55%
	<b>TOTAL</b>	<b>94,95</b>	<b>1,61%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Neossolo	2,34	0,04%	2,46%
	Cambissolo	34,83	0,59%	36,68%
	Nitossolo	57,78	0,98%	60,85%
	<b>TOTAL</b>	<b>94,95</b>	<b>1,61%</b>	<b>99,99%</b>
DECLIVIDADE	0-10	23,49	0,40%	24,74%
	10-15	13,32	0,23%	14,03%

	15-20	14,04	0,24%	14,79%
	20-25	14,58	0,25%	15,36%
	> 25	29,52	0,50%	31,09%
	<b>TOTAL</b>	<b>94,95</b>	<b>1,62%</b>	<b>100,01%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	8	302,31	5,14%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	175,77	2,99%	58,14%
	Agricultura	14,67	0,25%	4,85%
	Área urbanizada	2,16	0,04%	0,71%
	Floresta	83,43	1,42%	27,60%
	Reflorestamento	26,28	0,45%	8,69%
	<b>TOTAL</b>	<b>302,31</b>	<b>5,15%</b>	<b>99,99%</b>
TIPO DE SOLO	Neossolo	23,85	0,41%	7,89%
	Cambissolo	180,27	3,06%	59,63%
	Nitossolo	98,19	1,67%	32,48%
	<b>TOTAL</b>	<b>302,31</b>	<b>5,14%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	63,36	1,08%	20,96%
	10-15	47,70	0,81%	15,78%
	15-20	58,32	0,99%	19,29%
	20-25	63,45	1,08%	20,99%
	> 25	69,48	1,18%	22,98%
	<b>TOTAL</b>	<b>302,31</b>	<b>5,14%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	9	140,67	2,39%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	68,40	1,17%	48,63%
	Pastagens e campos naturais	58,68	1,00%	41,72%
	Agricultura	13,59	0,23%	9,66%
	<b>TOTAL</b>	<b>140,67</b>	<b>2,40%</b>	<b>100,01%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	134,37	2,28%	95,52%
	Nitossolo	6,30	0,11%	4,48%
	<b>TOTAL</b>	<b>140,67</b>	<b>2,39%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	12,78	0,22%	9,09%
	10-15	15,57	0,26%	11,07%
	15-20	26,46	0,45%	18,81%
	20-25	29,52	0,50%	20,99%
	> 25	56,34	0,96%	40,05%

	<b>TOTAL</b>	<b>140,67</b>	<b>2,39%</b>	<b>100,01%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	10	47,34	0,80%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	22,68	0,39%	47,91%
	Pastagens e campos naturais	24,66	0,42%	52,09%
	<b>TOTAL</b>	<b>47,34</b>	<b>0,81%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	6,30	0,11%	13,31%
	Nitossolo	41,04	0,70%	86,69%
	<b>TOTAL</b>	<b>47,34</b>	<b>0,81%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	7,56	0,13%	15,97%
	10-15	4,23	0,07%	8,94%
	15-20	4,86	0,08%	10,27%
	20-25	5,58	0,09%	11,79%
	> 25	25,11	0,43%	53,04%
	<b>TOTAL</b>	<b>47,34</b>	<b>0,80%</b>	<b>100,01%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	11	225,09	3,82%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	90,72	1,54%	40,30%
	Pastagens e campos naturais	125,19	2,13%	55,62%
	Agricultura	9,18	0,16%	4,08%
	<b>TOTAL</b>	<b>225,09</b>	<b>3,83%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Neossolo	13,86	0,24%	6,16%
	Cambissolo	120,78	2,05%	53,66%
	Nitossolo	90,45	1,54%	40,18%
	<b>TOTAL</b>	<b>225,09</b>	<b>3,83%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	38,52	0,65%	17,11%
	42278	30,33	0,52%	13,47%
	15-20	36,18	0,61%	16,07%
	20-25	39,60	0,67%	17,59%
	> 25	80,46	1,37%	35,75%
	<b>TOTAL</b>	<b>225,09</b>	<b>3,82%</b>	<b>99,99%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	12	169,47	2,88%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	79,47	1,35%	46,90%
	Pastagens e campos naturais	66,06	1,12%	38,98%

	Reflorestamento	1,26	0,02%	0,74%
	Agricultura	22,68	0,39%	13,38%
	<b>TOTAL</b>	<b>169,47</b>	<b>2,88%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	169,47	2,88%	100,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>169,47</b>	<b>2,88%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	17,28	0,29%	10,20%
	10-15	22,50	0,38%	13,28%
	15-20	23,85	0,41%	14,07%
	20-25	33,21	0,56%	19,60%
	> 25	72,63	1,23%	42,86%
	<b>TOTAL</b>	<b>169,47</b>	<b>2,87%</b>	<b>100,01%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	13	234,09	3,98%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	95,22	1,62%	40,68%
	Pastagens e campos naturais	102,78	1,75%	43,91%
	Agricultura	29,79	0,51%	12,73%
	Área urbanizada	6,30	0,11%	2,69%
	<b>TOTAL</b>	<b>234,09</b>	<b>3,99%</b>	<b>100,01%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	217,08	3,69%	92,73%
	Nitossolo	17,01	0,29%	7,27%
	<b>TOTAL</b>	<b>234,09</b>	<b>3,98%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	21,69	0,37%	9,27%
	10-15	36,81	0,63%	15,72%
	15-20	45,63	0,78%	19,49%
	20-25	48,96	0,83%	20,92%
	> 25	81,00	1,38%	34,60%
	<b>TOTAL</b>	<b>234,09</b>	<b>3,99%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	14	71,19	1,21%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	46,89	0,79%	65,87%
	Pastagens e campos naturais	21,51	0,37%	30,21%
	Agricultura	1,08	0,02%	1,52%
	Reflorestamento	1,71	0,03%	2,40%
	<b>TOTAL</b>	<b>71,19</b>	<b>1,21%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	35,91	0,61%	50,44%
	Nitossolo	35,28	0,60%	49,56%



	<b>TOTAL</b>	<b>71,19</b>	<b>1,21%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	10,80	0,18%	15,17%
	10-15	6,93	0,12%	9,73%
	15-20	7,11	0,12%	9,99%
	20-25	8,10	0,14%	11,38%
	> 25	38,25	0,65%	53,73%
	<b>TOTAL</b>	<b>71,19</b>	<b>1,21%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	15	210,42	3,57%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	120,06	2,04%	57,06%
	Pastagens e campos naturais	65,88	1,12%	31,31%
	Agricultura	11,52	0,20%	5,47%
	Reflorestamento	12,96	0,22%	6,16%
	<b>TOTAL</b>	<b>210,42</b>	<b>3,58%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	204,84	3,48%	97,35%
	Neossolo	5,58	0,09%	2,65%
	<b>TOTAL</b>	<b>210,42</b>	<b>3,57%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	39,96	0,68%	18,99%
	10-15	23,76	0,40%	11,29%
	15-20	21,60	0,37%	10,27%
	20-25	28,08	0,48%	13,34%
	> 25	97,02	1,65%	46,11%
	<b>TOTAL</b>	<b>210,42</b>	<b>3,58%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	16	68,49	1,16%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	35,10	0,60%	51,25%
	Agricultura	8,37	0,14%	12,22%
	Área urbanizada	1,71	0,03%	2,50%
	Floresta	23,31	0,39%	34,04%
	<b>TOTAL</b>	<b>68,49</b>	<b>1,16%</b>	<b>100,01%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	68,49	1,16%	100,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>68,49</b>	<b>1,16%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	15,30	0,26%	22,34%
	10-15	8,37	0,14%	12,22%
	15-20	10,89	0,18%	15,90%
	20-25	9,63	0,16%	14,06%

	> 25	24,30	0,41%	35,48%
	<b>TOTAL</b>	<b>68,49</b>	<b>1,15%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	17	123,84	2,10%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	57,78	0,98%	46,66%
	Agricultura	4,32	0,07%	3,49%
	Floresta	61,74	1,05%	49,85%
	<b>TOTAL</b>	<b>123,84</b>	<b>2,10%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Neossolo	5,04	0,09%	4,07%
	Cambissolo	118,80	2,02%	95,93%
	<b>TOTAL</b>	<b>123,84</b>	<b>2,11%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	13,50	0,23%	10,90%
	10-15	17,37	0,30%	14,03%
	15-20	20,61	0,35%	16,64%
	20-25	18,45	0,31%	14,90%
	> 25	53,91	0,92%	43,53%
	<b>TOTAL</b>	<b>123,84</b>	<b>2,11%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	18	168,30	2,86%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	39,60	0,67%	23,53%
	Agricultura	18,63	0,32%	11,07%
	Floresta	110,07	1,87%	65,40%
	<b>TOTAL</b>	<b>168,30</b>	<b>2,86%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	168,30	2,86%	100,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>168,30</b>	<b>2,86%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	17,01	0,29%	10,11%
	10-15	18,72	0,32%	11,12%
	15-20	20,97	0,36%	12,46%
	20-25	31,41	0,53%	18,66%
	> 25	80,19	1,36%	47,65%
	<b>TOTAL</b>	<b>168,30</b>	<b>2,86%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	19	219,69	3,73%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	108,81	1,84%	49,54%
	Pastagens e campos naturais	83,88	1,42%	38,18%

	Agricultura	16,47	0,28%	7,50%
	Reflorestamento	10,53	0,18%	4,79%
	<b>TOTAL</b>	<b>219,69</b>	<b>3,72%</b>	<b>100,01%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	212,67	3,61%	96,80%
	Nitossolo	7,02	0,12%	3,20%
	<b>TOTAL</b>	<b>219,69</b>	<b>3,73%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	23,76	0,40%	10,82%
	10-15	19,62	0,33%	8,93%
	15-20	24,12	0,41%	10,98%
	20-25	33,03	0,56%	15,03%
	> 25	119,16	2,02%	54,24%
	<b>TOTAL</b>	<b>219,69</b>	<b>3,72%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	20	341,73	5,80%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	188,55	3,21%	55,17%
	Agricultura	13,05	0,22%	3,82%
	Área urbanizada	1,71	0,03%	0,50%
	Floresta	138,42	2,35%	40,51%
	<b>TOTAL</b>	<b>341,73</b>	<b>5,81%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Neossolo	12,33	0,21%	3,61%
	Cambissolo	329,40	5,60%	96,39%
	<b>TOTAL</b>	<b>341,73</b>	<b>5,81%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	44,55	0,76%	13,04%
	10-15	36,90	0,63%	10,80%
	15-20	50,76	0,86%	14,85%
	20-25	53,64	0,91%	15,70%
	> 25	155,88	2,65%	45,61%
	<b>TOTAL</b>	<b>341,73</b>	<b>5,81%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	21	61,56	1,05%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	47,70	0,81%	77,49%
	Floresta	13,86	0,24%	22,51%
	<b>TOTAL</b>	<b>61,56</b>	<b>1,05%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	61,56	1,05%	100,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>61,56</b>	<b>1,05%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	5,40	0,09%	8,77%

	10-15	5,04	0,09%	8,19%
	15-20	5,94	0,10%	9,65%
	20-25	17,01	0,29%	27,63%
	> 25	28,17	0,48%	45,76%
	<b>TOTAL</b>	<b>61,56</b>	<b>1,05%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	22	245,34	4,17%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	100,71	1,71%	41,05%
	Agricultura	16,83	0,29%	6,86%
	Floresta	124,92	2,12%	50,92%
	Reflorestamento	2,88	0,05%	1,17%
	<b>TOTAL</b>	<b>245,34</b>	<b>4,17%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	245,34	4,17%	100,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>245,34</b>	<b>4,17%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	25,83	0,44%	10,53%
	10-15	24,75	0,42%	10,09%
	15-20	33,12	0,56%	13,50%
	20-25	38,43	0,65%	15,66%
	> 25	123,21	2,09%	50,22%
	<b>TOTAL</b>	<b>245,34</b>	<b>4,16%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	23	63,27	1,07%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	37,89	0,64%	59,89%
	Agricultura	2,43	0,04%	3,84%
	Floresta	22,95	0,39%	36,27%
	<b>TOTAL</b>	<b>63,27</b>	<b>0,0107</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	63,27	1,07%	100,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>63,27</b>	<b>1,07%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	9,90	0,17%	15,65%
	10-15	10,17	0,17%	16,07%
	15-20	12,60	0,21%	19,91%
	20-25	9,18	0,16%	14,51%
	> 25	21,42	0,36%	33,85%
	<b>TOTAL</b>	<b>63,27</b>	<b>1,07%</b>	<b>99,99%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	24	247,14	4,20%	

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	115,74	1,96%	46,83%
	Agricultura	3,33	0,06%	1,35%
	Floresta	128,07	2,18%	51,82%
	<b>TOTAL</b>	<b>247,14</b>	<b>4,20%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	242,55	4,12%	98,14%
	Nitossolo	4,59	0,08%	1,86%
	<b>TOTAL</b>	<b>247,14</b>	<b>4,20%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	28,44	0,48%	11,51%
	10-15	27,45	0,47%	11,11%
	15-20	42,39	0,72%	17,15%
	20-25	40,14	0,68%	16,24%
	> 25	108,72	1,85%	43,99%
	<b>TOTAL</b>	<b>247,14</b>	<b>4,20%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	25	222,93	3,79%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	133,56	2,27%	59,91%
	Agricultura	25,83	0,44%	11,59%
	Floresta	63,54	1,08%	28,50%
	<b>TOTAL</b>	<b>222,93</b>	<b>0,0379</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	222,93	3,79%	100,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>222,93</b>	<b>3,79%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	22,14	0,38%	9,93%
	10-15	28,89	0,49%	12,96%
	15-20	33,75	0,57%	15,14%
	20-25	34,56	0,59%	15,50%
	> 25	103,59	1,76%	46,47%
	<b>TOTAL</b>	<b>222,93</b>	<b>3,79%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	26	291,87	4,96%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	158,94	2,70%	54,45%
	Agricultura	50,49	0,86%	17,30%
	Floresta	75,15	1,28%	25,74%
	Reflorestamento	5,76	0,10%	1,97%
	Corpos d'água	1,53	0,03%	0,52%
	<b>TOTAL</b>	<b>291,87</b>	<b>0,0497</b>	<b>99,98%</b>
TIPO DE SOLO	Nitossolo	128,79	2,19%	44,13%

	Cambissolo	163,08	2,77%	55,87%
	<b>TOTAL</b>	<b>291,87</b>	<b>0,0496</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	76,32	1,30%	26,15%
	10-15	42,75	0,73%	14,65%
	15-20	45,09	0,77%	15,45%
	20-25	50,22	0,85%	17,21%
	> 25	77,49	1,32%	26,55%
	<b>TOTAL</b>	<b>291,87</b>	<b>4,97%</b>	<b>100,01%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	27	132,21	2,25%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	1,71	0,03%	1,29%
	Pastagens e campos naturais	86,94	1,48%	65,76%
	Agricultura	14,58	0,25%	11,03%
	Floresta	28,98	0,49%	21,92%
	<b>TOTAL</b>	<b>132,21</b>	<b>0,0225</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	132,21	2,25%	100,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>132,21</b>	<b>2,25%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	12,69	0,22%	9,60%
	10-15	14,67	0,25%	11,10%
	15-20	19,98	0,34%	15,11%
	20-25	23,94	0,41%	18,11%
	> 25	60,93	1,03%	46,09%
	<b>TOTAL</b>	<b>132,21</b>	<b>2,25%</b>	<b>100,01%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	28	261,45	4,44%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Pastagens e campos naturais	127,98	2,17%	48,95%
	Agricultura	10,98	0,19%	4,20%
	Área urbanizada	1,53	0,03%	0,59%
	Floresta	70,56	1,19%	26,98%
	Corpos d'água	50,40	0,86%	19,28%
	<b>TOTAL</b>	<b>261,45</b>	<b>4,44%</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	240,21	4,08%	91,88%
	Nitossolo	21,24	0,36%	8,12%
	<b>TOTAL</b>	<b>261,45</b>	<b>4,44%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	38,88	0,66%	14,87%
	10-15	33,30	0,57%	12,74%

	15-20	34,83	0,59%	13,32%
	20-25	53,10	0,90%	20,31%
	> 25	101,34	1,72%	38,76%
	<b>TOTAL</b>	<b>261,45</b>	<b>4,44%</b>	<b>100,00%</b>
		ÁREA (ha)	% ÁREA BACIA	% ÁREA SUB-BACIA
SUB-BACIA	29	345,60	5,87%	
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Floresta	70,92	1,21%	20,52%
	Pastagens e campos naturais	244,44	4,16%	70,73%
	Agricultura	26,46	0,45%	7,66%
	Área urbanizada	2,43	0,04%	0,70%
	Corpos d'água	1,35	0,02%	0,39%
	<b>TOTAL</b>	<b>345,60</b>	<b>0,0588</b>	<b>100,00%</b>
TIPO DE SOLO	Cambissolo	345,60	5,87%	100,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>345,60</b>	<b>5,87%</b>	<b>100,00%</b>
DECLIVIDADE	0-10	31,95	0,54%	9,24%
	10-15	47,25	0,80%	13,67%
	15-20	67,86	1,15%	19,64%
	20-25	76,14	1,29%	22,03%
	> 25	122,40	2,08%	35,42%
	<b>TOTAL</b>	<b>345,60</b>	<b>5,86%</b>	<b>100,00%</b>

## 9.2. APÊNDICE B

Neste apêndice estão as tabelas que tratam sobre os cálculos das normalizações das notas atribuídas às classes de cada fator, conforme especificado no 4.5.

DECLIVIDADE		
Classes de declividade (%)	Grau de vulnerabilidade (0 -10)	Nota normalizada
0 a 10	2	6,67%
10 a 15	4	13,33%
15 a 20	6	20,00%
20 a 25	8	26,67%
Acima de 25	10	33,33%
<b>Σ</b>	<b>30</b>	<b>100,00%</b>

PRECIPITAÇÃO		
Classes de precipitação (mm)	Grau de vulnerabilidade (0-10)	Nota normalizada
0,0 a 4,0	2	5,26%
4,0 a 10,6	4	10,53%
10,6 a 22,6	5	13,16%
22,6 a 52,4	7	18,42%
52,4 a 145,0	10	26,32%
Acima de 145,0	10	26,32%
<b>Σ</b>	<b>38</b>	<b>100,00%</b>

TIPOS DE SOLO		
Classes de solos	Grau de vulnerabilidade (0 - 10)	Nota normalizada
Cambissolo Háplico (CX)	8	44,44%
Nitossolo Vermelho (NV)	3	16,67%
Neossolo Litólico (RL)	7	38,89%
<b>Σ</b>	<b>18</b>	<b>100,00%</b>

## USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



---

 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
 

---

Classes de uso e ocupação	Grau de vulnerabilidade (0 - 10)	Nota normalizada
Agricultura	10	41,67%
Área urbana	6	25,00%
Pastagem	3	12,50%
Florestas	1	4,17%
Reflorestamento	4	16,67%
<b>Σ</b>	<b>24</b>	<b>100,00%</b>

---

 DISTÂNCIA DOS CORPOS RECEPTORES
 

---

Classes de distância (m)	Grau de vulnerabilidade (0 - 10)	Nota normalizada
Até 5	10	28,57%
5 - 10	8	22,86%
10 - 30	7	20,00%
30 - 50	5	14,29%
50 - 100	2	5,71%
100 - 200	1	2,86%
200 - 500	1	2,86%
Acima de 500	1	2,86%
<b>Σ</b>	<b>35</b>	<b>100,00%</b>

---

 DENSIDADE DE SUÍNOS
 

---

Classes de taxa de aplicação (dejetos)	Grau de vulnerabilidade (0 - 10)	Nota normalizada
Até 50 m <sup>3</sup> /ha.ano	5	38,46%
Acima de 50 m <sup>3</sup> /ha.ano	8	61,54%
<b>Σ</b>	<b>13</b>	<b>100,00%</b>

### 9.3. APÊNDICE C

Neste apêndice são retratadas as planilhas com os resultados dos cálculos do grau de risco para as classes de precipitação definidas.

	SOMA	ESC. 0-1	0,0 a 4,0	ESC. 0-1	4,0 a 10,6	ESC. 0-1	10,6 a 22,6	ESC. 0-1
SB 1	1,14	0,42	1,20	0,51	1,25	0,60	1,28	0,65
SB 2	1,30	0,69	1,35	0,78	1,41	0,86	1,43	0,91
SB 3	1,23	0,57	1,28	0,66	1,34	0,75	1,36	0,79
SB 4	1,13	0,40	1,18	0,49	1,23	0,57	1,26	0,62
SB 5	0,90	0,00	0,95	0,09	1,00	0,18	1,03	0,22
SB 6	0,98	0,14	1,03	0,23	1,08	0,32	1,11	0,36
SB 7	1,00	0,18	1,05	0,27	1,11	0,36	1,13	0,40
SB 8	1,06	0,28	1,11	0,37	1,17	0,46	1,19	0,50
SB 9	1,21	0,53	1,26	0,62	1,31	0,70	1,34	0,75
SB 10	0,95	0,10	1,01	0,19	1,06	0,28	1,08	0,32
SB 11	1,07	0,30	1,13	0,39	1,18	0,48	1,21	0,52
SB 12	1,23	0,57	1,28	0,66	1,34	0,75	1,36	0,79
SB 13	1,21	0,53	1,26	0,62	1,31	0,71	1,34	0,75
SB 14	1,05	0,26	1,10	0,35	1,15	0,44	1,18	0,48
SB 15	1,22	0,55	1,27	0,64	1,32	0,73	1,35	0,77
SB 16	1,18	0,49	1,24	0,58	1,29	0,67	1,31	0,71
SB 17	1,16	0,46	1,22	0,55	1,27	0,63	1,30	0,68
SB 18	1,42	0,89	1,47	0,97	1,52	1,06	1,55	1,11
SB 19	1,22	0,55	1,27	0,64	1,32	0,73	1,35	0,77
SB 20	1,21	0,53	1,26	0,61	1,31	0,70	1,34	0,75
SB 21	1,49	1,00	1,54	1,09	1,59	1,18	1,62	1,22
SB 22	1,22	0,55	1,27	0,63	1,32	0,72	1,35	0,77
SB 23	1,30	0,69	1,35	0,78	1,41	0,87	1,43	0,91
SB 24	1,18	0,49	1,24	0,58	1,29	0,67	1,32	0,71
SB 25	1,24	0,59	1,30	0,68	1,35	0,77	1,37	0,81
SB 26	1,09	0,33	1,14	0,42	1,20	0,51	1,22	0,56
SB 27	1,25	0,60	1,30	0,69	1,35	0,78	1,38	0,82
SB 28	1,16	0,45	1,22	0,54	1,27	0,63	1,29	0,68
SB 29	1,23	0,56	1,28	0,65	1,33	0,74	1,36	0,79

	22,6 a 52,4	ESC. 0-1	52,4 a 145,0	ESC. 0-1	Acima de 145,0	ESC. 0-1
SB 1	1,33	0,73	1,41	0,87	1,41	0,87
SB 2	1,48	1,00	1,56	1,13	1,56	1,13
SB 3	1,42	0,88	1,49	1,02	1,49	1,02
SB 4	1,31	0,71	1,39	0,84	1,39	0,84
SB 5	1,08	0,31	1,16	0,45	1,16	0,45
SB 6	1,16	0,45	1,24	0,58	1,24	0,58
SB 7	1,19	0,49	1,26	0,62	1,26	0,62
SB 8	1,25	0,59	1,32	0,73	1,32	0,73
SB 9	1,39	0,84	1,47	0,97	1,47	0,97
SB 10	1,14	0,41	1,22	0,54	1,22	0,54
SB 11	1,26	0,61	1,34	0,75	1,34	0,75
SB 12	1,41	0,88	1,49	1,01	1,49	1,01
SB 13	1,39	0,84	1,47	0,97	1,47	0,97
SB 14	1,23	0,57	1,31	0,70	1,31	0,70
SB 15	1,40	0,86	1,48	0,99	1,48	0,99
SB 16	1,37	0,80	1,45	0,93	1,45	0,93
SB 17	1,35	0,77	1,43	0,90	1,43	0,90
SB 18	1,60	1,20	1,68	1,33	1,68	1,33
SB 19	1,40	0,86	1,48	0,99	1,48	0,99
SB 20	1,39	0,84	1,47	0,97	1,47	0,97
SB 21	1,67	1,31	1,75	1,45	1,75	1,45
SB 22	1,40	0,86	1,48	0,99	1,48	0,99
SB 23	1,49	1,00	1,56	1,13	1,56	1,13
SB 24	1,37	0,80	1,45	0,94	1,45	0,94
SB 25	1,43	0,90	1,51	1,04	1,51	1,04
SB 26	1,28	0,64	1,35	0,78	1,35	0,78
SB 27	1,43	0,91	1,51	1,04	1,51	1,04
SB 28	1,35	0,77	1,43	0,90	1,43	0,90
SB 29	1,41	0,88	1,49	1,01	1,49	1,01

