

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA**

**POLUIÇÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO CORUJA-BONITO (BRAÇO DO
NORTE, SC) E SUINOCULTURA: UMA PERSPECTIVA SISTÊMICA**

Gisele Mara Hadlich

Orientador: Dr. Luiz Fernando Scheibe

TESE DE DOUTORADO

Área de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais

Florianópolis – SC, maio de 2004

**POLUIÇÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO CORUJA-BONITO
(BRAÇO DO NORTE, SC) E SUINOCULTURA:
UMA PERSPECTIVA SISTÊMICA**

Gisele Mara Hadlich

Tese submetida ao Curso de Doutorado em Geografia, área de concentração Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de Doutora em Geografia.

Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia

APROVADA PELA COMISSÃO ORGANIZADORA EM: 03/05/2004

Dr. Luiz Fernando Scheibe (Presidente e Orientador-GCN/UFSC)

Dr. Carlos Walter Porto Gonçalves (Membro-UFF)

Dr. Christian Guy Caubet (Membro-CCJ/UFSC)

Dr. Luis Alberto Basso (Membro-UFRGS)

Dr^a Sandra Maria de Arruda Furtado (Membro-PPGG/UFSC)

Florianópolis - 2004

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Elimar e Gisela, por muitas coisas que me ensinaram e pelo apoio na minha caminhada, e a todas as pessoas da minha família, que sempre me ajudaram e me compreenderam: Rosani & family, Dircy, umi, oma (*in memorian*);

ao Scheibe, pela orientação (há mais de 12 anos! sentirei falta...) e pelas palavras que me tranquilizaram e me motivaram;

aos amigos Edna, Maurício, Heloísa (*in memorian*), Christian, que sempre me acolheram nas minhas vindas a Florianópolis e me ofereceram seus ombros diversas vezes, além de muitas risadas e bons momentos passados juntos;

à Fátima e à Rossana, pela amizade e pelo apoio nos momentos em que precisei para realizar esse trabalho, e em muitos outros;

ao David, pelo “empurrão”, por todo carinho, pela amorosidade, pela paciência e compreensão em diversas horas;

à Débora, pelo prazer da companhia e pelas discussões em relação às partes do trabalho que realizamos juntas;

ao professor Ismael, pela ajuda na área de qualidade da água, como Químico e como coordenador do Gruperh/Unisul;

ao Héctor, que sempre me incentivou a trabalhar na área de recursos hídricos;

aos amigos em Tubarão, por terem compreendido o “abandono” nos últimos meses, e principalmente à Aline, que me auxiliou inúmeras vezes nesse trabalho;

aos meus amigos não nomeados aqui, e àqueles que pouco aparecem, mas que desejam minha felicidade e muito contribuem para minhas realizações, cuidando de mim e me auxiliando sempre;

a diversas pessoas de Braço do Norte, que colaboraram para este trabalho, entre eles: Filgueiras, da Epagri; Cristina, da Secretaria de Saúde; produtores rurais que moram na bacia do rio Coruja-Bonito;

à Coordenação do Programa de Pós Graduação em Geografia/UFSC e à Marli, pelo apoio recebido ao longo da realização do curso de doutorado,

meu sincero MUITO OBRIGADA!

Tracei o caminho, mas não teria chegado até aqui, neste momento,
se não fosse o apoio, o carinho e a amizade de vocês!

| |
|----------------|
| SUMÁRIO |
|----------------|

| | |
|---|-------------|
| AGRADECIMENTOS | iii |
| SUMÁRIO | iv |
| LISTA DE TABELAS | viii |
| LISTA DE FIGURAS..... | x |
| RESUMO..... | 13 |
| ABSTRACT | 14 |
| PRÓLOGO..... | 15 |
| INTRODUÇÃO | 17 |
| SUINOCULTURA: RIQUEZA E POLUIÇÃO..... | 17 |
| Conseqüências dos dejetos de suínos na água | 18 |
| AMBIENTE, AÇÃO E COMPLEXIDADE | 20 |
| Ambiente – bacia hidrográfica: sistema aberto | 26 |
| QUESTÃO NORTEADORA E OBJETIVOS | 27 |
| CAPÍTULO 1 - SISTEMAS | 30 |
| 1.1 TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E DEFINIÇÃO DE SISTEMA | 30 |
| 1.2 CARACTERÍSTICAS E DINÂMICA DE SISTEMAS | 33 |
| 1.2.1 Delimitação dos sistemas..... | 33 |
| 1.2.2 Elementos ou unidades | 34 |
| 1.2.3 Relações e fluxos | 35 |
| 1.2.4 Estruturas | 39 |
| 1.2.5 Organização e auto-organização..... | 41 |
| 1.3 SISTEMAS COMPLEXOS E ESTRUTURAS DISSIPATIVAS | 43 |
| 1.3.1 Estruturas dissipativas | 45 |
| 1.3.1.1 Estado estacionário e ordem por flutuação..... | 46 |
| 1.3.1.2 Flutuações e mudanças | 48 |
| 1.4 SISTEMAS ESPACIAIS COMO SISTEMAS COMPLEXOS | 52 |
| 1.4.1 Sistemas espaciais | 52 |
| 1.4.2 Sociedade no espaço (<i>segundo Milton Santos</i>)..... | 56 |
| 1.4.2.1 Estrutura, processo, função e forma | 58 |

| | |
|---|------------|
| 1.4.3 O espaço como um sistema que se modifica | 61 |
| 1.4.4 A bacia hidrográfica como (geos) sistema | 64 |
| 1.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE SISTEMAS COMPLEXOS..... | 66 |
| 1.5.1 Modelagem de sistemas..... | 71 |
| 1.5.1.1 Características dos modelos (que devem ser levadas em conta na sua construção)..... | 72 |
| 1.5.1.2 Tipos de representação: modelos gráficos..... | 73 |
| CAPÍTULO 2 – SUINOCULTURA E CONTEXTO AMBIENTAL EM SANTA CATARINA..... | 76 |
| 2.1 ÁGUA – POLUIÇÃO – DEJETOS E MANEJO: ASPECTOS GERAIS | 81 |
| 2.1.1 Qualidade e quantidade de dejetos | 82 |
| 2.1.2 Manejo e aproveitamento de dejetos de suínos | 87 |
| 2.2. SUINOCULTURA – QUADRO GERAL..... | 90 |
| 2.2.1 Mundo..... | 90 |
| 2.2.2 Brasil – Sul do Brasil..... | 91 |
| 2.2.3 Santa Catarina – Sul de Santa Catarina | 94 |
| 2.2.3.1 Crédito rural e programas | 96 |
| 2.2.3.2 Legislação ambiental e suinocultura..... | 97 |
| 2.2.3.3 Antecedentes no Sul de Santa Catarina | 103 |
| CAPÍTULO 3 – O GEOSSISTEMA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORUJA-BONITO | 106 |
| 3.1 DELIMITAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO GEOSSISTEMA..... | 106 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA DO RIO CORUJA-BONITO, SUINOCULTURA E CONFLITOS..... | 109 |
| 3.3 LEVANTAMENTO NA ÁREA RURAL DA BACIA..... | 112 |
| 3.4 ANTECEDENTES LOCAIS..... | 115 |
| 3.5 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO CORUJA-BONITO | 117 |
| 3.5.1 Pontos de coleta, coleta de amostras e parâmetros analisados | 118 |
| 3.5.2 Parâmetros analisados no campo..... | 127 |
| a) Temperatura do ar e da água | 127 |
| b) Potencial de hidrogênio – pH..... | 128 |
| c) Oxigênio Dissolvido - OD..... | 129 |
| d) Vazão..... | 132 |
| 3.5.3 Parâmetros analisados em laboratório | 136 |

| | |
|---|------------|
| a) Condutividade | 136 |
| b) Coliformes totais e fecais | 137 |
| c) Demanda Química de Oxigênio – DQO e Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO | 140 |
| d) Turbidez e Sólidos Totais..... | 143 |
| e) Nitrogênio..... | 145 |
| f) Fósforo total – P total..... | 149 |
| g) Sulfato – SO ₄ e Sulfeto – S..... | 150 |
| h) Detergentes com alquil benzeno sulfônicos - ABS..... | 152 |
| i) Cobre – Cu – e Zinco - Zn | 153 |
| 3.5.4 Precipitação | 155 |
| 3.5.5 Síntese – qualidade da água..... | 156 |
| 3.5.5.1 Auto-depuração | 158 |
| 3.5.5.2 Poluição rural e urbana | 159 |
| 3.6 FASE DE PRODUÇÃO | 161 |
| 3.6.1 Subsistema granja-esterqueira | 162 |
| 3.6.1.1 Localização da estrutura física | 164 |
| 3.6.1.2 (In)existência de sistemas de armazenamento e de tratamento | 165 |
| 3.6.1.3 Subdimensionamento | 165 |
| 3.6.2 Processo poluição esterqueira – rio | 167 |
| 3.6.2.1 Fluxo direto: esterqueira - rio | 167 |
| 3.6.2.2 Fluxo indireto: esterqueira – solo – rio..... | 168 |
| 3.7 FASE DE COMERCIALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO | 174 |
| 3.8 OUTRAS FONTES POLUENTES | 177 |
| 3.8.1 Gado bovino | 177 |
| 3.8.2 Agrotóxicos | 177 |
| 3.8.3 Águas usadas e dejetos residenciais | 178 |
| CAPÍTULO 4 – ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA: ANÁLISE DOS ASPECTOS GERAIS QUE SUSTENTAM A POLUIÇÃO..... | 180 |
| 4.1 PRIMEIRO NÍVEL DE ANÁLISE: O LOCAL | 182 |
| 4.1.1 Suinocultura – granja..... | 182 |
| 4.1.2 Água e mão-de-obra | 182 |
| 4.1.3 Produção de dejetos | 183 |
| 4.1.4 Esterqueira | 183 |

| | |
|---|------------|
| 4.1.5 Dejetos no solo | 184 |
| 4.1.6 Outros poluentes no meio rural | 184 |
| 4.1.7 O rio..... | 185 |
| 4.1.8 Lençol freático..... | 185 |
| 4.1.9 Área urbana..... | 185 |
| 4.1.10 O homem | 186 |
| 4.2 SEGUNDO NÍVEL DE ANÁLISE: O GLOBAL | 187 |
| 4.2.1 O global | 188 |
| 4.2.2 Estado – mercado – prioridades..... | 196 |
| 4.2.3 Técnicas e espaço | 202 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 207 |
| POSFÁCIO | 215 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 217 |

| |
|-------------------------|
| LISTA DE TABELAS |
|-------------------------|

| | |
|--|-----|
| TABELA 1: Rebanho de suínos em diferentes escalas, em 1996 (adaptado de FEDERAÇÃO..., 1999; IBGE, 1996) | 77 |
| TABELA 2: Valores de DBO ₅ em amostras de dejetos diversos que atingem lagoas de contenção (SEIFFERT, s.d.)..... | 82 |
| TABELA 3: Produção diária de resíduos líquidos e esterco de diversos animais (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977, e KONZEN, 1980, apud OLIVEIRA, 1993, p. 12)..... | 83 |
| TABELA 4: Exigência de água dos suínos, de acordo com a fase do ciclo de produção (Fonte: FEDERAÇÃO..., 1994)..... | 84 |
| TABELA 5: Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos (FERNANDES, OLIVEIRA, 1995)..... | 84 |
| TABELA 6: Composição química média (%) de resíduos não decompostos e dos submetidos à fermentação anaeróbia (biofertilizante), produzidos por diferentes animais (FAO, 1977, e BARNETT, SUBRAMANIAN, 1978, apud OLIVEIRA, 1993)..... | 85 |
| TABELA 7: Características físicas, químicas e biológicas de dejetos de suínos; unidades indicadas na tabela – valores médios (Fonte: SEIFFERT, s.d.)..... | 86 |
| TABELA 8: Caracterização de efluentes de granjas de suínos..... | 86 |
| TABELA 9: Produção mundial de carne suína (mil toneladas)..... | 90 |
| TABELA 10: Rebanho e densidade de suínos, em 2001 (adaptado de ROPPA, 2002)..... | 91 |
| TABELA 11: Rebanho e produção de carne suína por região geográfica e variação de 2002 a 2003 (adaptado de ROPPA, 2003b) | 92 |
| TABELA 12: Abate e exportação de carne suína (toneladas) pelas principais empresas do ramo, associadas à Associação Brasileira de Pesquisa em Carne Suína – Abipecs, em 2002 (adaptado de Roppa, 2003b)..... | 94 |
| TABELA 13: Características físicas da bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito (adaptado de EPAGRI-CIRAM (2000)..... | 109 |
| TABELA 14: Normais climáticas para as proximidades de Orleans (adaptado de: EPAGRI-CIRAM, 2000)..... | 110 |

| | |
|---|-----|
| TABELA 15: Localização e características dos pontos de coleta de água no rio Bonito-Coruja. | 119 |
| TABELA 16: Data das coletas de amostras de águas realizadas no rio Bonito-Coruja..... | 120 |
| TABELA 17: Resultados das análises das amostras de água coletadas no ponto 1, bacia do rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC. | 123 |
| TABELA 18: Resultados das análises das amostras de água coletadas no ponto 2, bacia do rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC. | 124 |
| TABELA 19: Resultados das análises das amostras de água coletadas no ponto 3, bacia do rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC. | 125 |
| TABELA 20: Resultados das análises das amostras de água coletadas no ponto 4, bacia do rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC. | 126 |
| TABELA 21: Nível de saturação de oxigênio dissolvido em águas doces e salgadas a diversas temperaturas (IMHOFF , 1986, apud BORTOLUZZI, 2003)..... | 130 |
| TABELA 22: Resultados de análises de coliformes totais (CT) e fecais (CF) em amostras de água consumidas pela população da bacia do rio Bonito-Coruja ou proximidades. | 139 |
| TABELA 23: Valores de turbidez com e sem valores extremos (pontos 1 e 3) | 144 |
| TABELA 24: Valores médios de sulfatos e sulfetos nos pontos de coleta (em mg/L). | 151 |
| TABELA 25: Valores médios obtidos para diferentes parâmetros de análises de água do rio Coruja-Bonito. As células sombreadas apresentam em conformidade (em verde) ou não conformidade (em laranja) para os parâmetros e limites definidos para a classe 2 segundo o Decreto Estadual 14.250/81. Constam, também, limites para parâmetros da Resolução do CONAMA 020/86. | 156 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1: (A) Simbologia utilizada para a descrição de sistemas; (B) componentes representativos da linguagem gráfica descritiva de Forrester (Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1999)..... | 74 |
| FIGURA 2: Evolução dos rebanhos suíno e bovino no município de Braço do Norte, SC. (Fonte dos dados: IBGE, 2003) | 78 |
| FIGURA 3: Evolução da população total na bacia do rio Tubarão e Complexo Lagunar no período 1940-1996, e em Braço do Norte no período 1960-1996 (Fonte dos dados: SANTA CATARINA, UNISUL, 1998, vol. 3). | 80 |
| FIGURA 4: Localização da bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito em Braço do Norte, sul do Estado. N ^{os} 1 a 4 : pontos de coleta de água para monitoramento (ver item 3.5)..... | 108 |
| FIGURA 5: Cascata das Corujas | 111 |
| FIGURA 6: Placa alertando que a água é imprópria para banho, próximo à Cascata das Corujas, localidade de Santo Antônio. | 112 |
| FIGURA 7: Perfil longitudinal do rio Coruja-Bonito e localização dos pontos de coleta. ... | 118 |
| FIGURA 8: Pontos de coleta, rio Coruja-Bonito. | 119 |
| FIGURA 9: Fotografias mostrando diferentes momentos de análises <i>in loco</i> , no rio Coruja-Bonito, e coleta de amostras de água para análises em laboratório..... | 122 |
| FIGURA 10: Temperaturas médias do ar e da água durante as coletas de amostras de água..... | 128 |
| FIGURA 11: pH nas coletas realizadas, incluindo valor “mínimo” e “máximo” previstos na legislação (CONAMA Resolução 020/86) para classes 1 a 4. | 129 |
| FIGURA 12: Valores de oxigênio dissolvido nas coletas realizadas, e valores mínimos de OD para classes 1 e 4, segundo Resolução 020/86 do CONAMA | 131 |
| FIGURA 13: Valores de OD médios medidos no campo, e de saturação para as temperaturas de água medidas. | 132 |
| FIGURA 14: Saturação de OD nos ponto de coleta..... | 132 |
| FIGURA 15: Instalação de um vertedor retangular | 133 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 16: Vertedor instalado no ponto 1, rio Bonito-Coruja (jul/2001)..... | 134 |
| FIGURA 17: Vazão média nos pontos de coleta do rio Bonito-Coruja | 135 |
| FIGURA 18: Níveis médios de coliformes fecais nos quatro pontos de coleta, e níveis máximos permitidos pela Resolução 020/86 do CONAMA para classes 1 e 3 | 138 |
| FIGURA 19: Valores médios de DBO e DQO nos 4 pontos de coleta e limites máximos de DBO segundo Resolução 020/86 CONAMA, para classes 1 e 3. | 142 |
| FIGURA 20: Relação DBO/DQO em 7 coletas realizadas (diferentes datas). | 143 |
| FIGURA 21: Níveis de nitrato nas amostras coletadas e valor máximo (em N) permitido pela Resolução 020/86 CONAMA para classes 1 a 3. | 147 |
| FIGURA 22: Valores médios de OD, NO_3^- , NO_2 e NH_3 ao longo dos 4 pontos de coleta (as unidades foram alteradas para que as curvas fossem melhor visualizadas) | 148 |
| FIGURA 23: Valores de PO_4 total nas coletas realizadas e limite máximo permitido pela Resolução 020/86 CONAMA para classes 1 a 3..... | 150 |
| FIGURA 24: Teores de sulfatos nas amostras coletadas..... | 151 |
| FIGURA 25: Teores de sulfetos nas amostras coletadas..... | 152 |
| FIGURA 26: Teores de ABS nas amostras de água coletadas..... | 153 |
| FIGURA 27: Teores médios de cobre (a) e zinco (b) nas amostras de água coletadas e limites da Resolução 020/86 CONAMA para classes 1 e 2..... | 154 |
| FIGURA 28: Precipitação na bacia do rio Bonito-Coruja, de julho/2001 a março/2002..... | 155 |
| FIGURA 29: Em granja de ciclo completo encontramos diferentes fases da produção de suínos, como aleitamento (A) e crescimento (B) (Fotos: C. Caubet, jun/2000)..... | 162 |
| FIGURA 30: Granja de suínos e esterqueira descoberta situadas junto à rede de drenagem, situação típica encontrada em toda a bacia do rio Coruja-Bonito. | 164 |
| FIGURA 31: (A) Esterqueira (buraco no solo) em área baixa do terreno, que capta, além dos dejetos da granja de suínos, as águas pluviais. Devido ao subdimensionamento, foi aberta uma canalização a céu aberto (B) para levar os dejetos até uma lagoa, mais abaixo, que se encontra completamente eutrofizada (C)..... | 166 |
| FIGURA 32: Aplicação de dejetos em pastagem na beira do rio, em área de elevada declividade..... | 169 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 33: Lagoas de tratamento de efluentes de um abatedouro, completamente eutrofizadas..... | 175 |
| FIGURA 34: Saída de um cano que despeja no rio águas usadas de uma residência próxima, na área urbana do município..... | 179 |
| FIGURA 35: Representação simplificada do sistema bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito e poluição do rio - níveis de análise local e global..... | 181 |

RESUMO

Na região Sul de Santa Catarina, a suinocultura tem sido reconhecida como importante atividade econômica. Esta, no entanto, gera grande volume diário de dejetos que atingem, pelo menos em parte, os rios locais, constituindo uma das principais fontes poluentes dos recursos hídricos da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar.

Esta tese visa avaliar os processos de degradação ambiental do rio Coruja-Bonito (Braço do Norte, SC), principalmente no que se refere à poluição oriunda da suinocultura. Este problema ambiental foi analisado sob a perspectiva sistêmica, cujo marco teórico é a Teoria Geral dos Sistemas, e que tem recebido importantes contribuições através do estudo de sistemas complexos. De sua aplicação no espaço, surge o “geossistema”, cujo conceito aqui adotado é o de um sistema espacial aberto e complexo, formado por características fisiográficas e pela sociedade. Neste sentido, o espaço é visto como um conjunto indissociável de sistemas de objetos e de sistemas de ações.

Apesar de sua pequena extensão, foi delimitada a bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito como geossistema estudado, correspondendo ao primeiro nível de análise: o local. Um segundo nível de análise foi considerado: o global, que corresponde ao universo no qual a bacia (e a atividade suinícola local) se insere. Dessa forma, foi possível atender a questão norteadora da pesquisa: a que processos de degradação (envolvendo sobretudo a produção suinícola) está submetido o rio Coruja-Bonito, e o que mantém ou colabora para que essa degradação perdure?

A resposta a esta questão foi desenvolvida através do estudo da maneira como diversos componentes do sistema estão organizados e da estrutura e das dinâmicas particulares das inter-relações existentes no nível local e entre os níveis local e global.

O que se percebe, historicamente, é que mudanças ocorridas (e que estão ocorrendo) no geossistema, induzidas pelo nível espacial global de análise, determinaram a expansão da suinocultura local, e a poluição hídrica insere-se num processo de reprodução da atividade. Há uma lógica que sustenta a poluição: em nível local, compreende a lógica produtivista do suinocultor, que se baseia, entre outros, na apropriação da natureza e na ação de se “desfazer dos dejetos” (seja liberando-os nas águas superficiais, seja utilizando o solo como receptor); em nível global, compreende a lógica produtivista do mercado, das grandes corporações, associadas ao Estado, dominando-o, baseada em inovações tecnológicas. A estrutura poluidora local é sustentada por essas lógicas, expressas em diferentes níveis espaciais, e tem a contribuição de um meio físico que facilita os processos de poluição hídrica por dejetos.

ABSTRACT

In southern Santa Catarina State, pork raising has been recognized as an important economic activity. Nevertheless, it generates a large daily volume of waste that reaches, at least in part, local rivers, constituting one of the largest sources of water pollution in the Tubarão River Valley and the region's Lagoon Complex.

This thesis seeks to evaluate the environmental degradation processes in the Coruja-Bonito River (Braço do Norte, SC), principally concerning pollution resulting from hog raising. This environmental problem was analyzed from a systemic perspective based on General Systems Theory, and had important contributions from the study of complex systems. From its application in space, arose the "geosystem". The concept adopted here is that of an open and complex spatial system, formed by physiographic characteristics and society. In this sense, space is seen as an unseperable group of systems of objects and systems of actions.

Despite its small size, the geosystem studied was limited to the Coruja-Bonito River Basin. The first level of analysis considered was the local, and the second level of analysis was the global, which corresponds to the universe in which the watershed (and the local hog raising activity) are inserted. In this way, it was possible to address the issues that guided the study: what are the processes of degradation (involving above all hog raising) to which the Coruja-Bonito River is submitted, and what causes this degradation to continue?

The response to this question was elaborated through a study of the way that various components of the system are organized, and of the structure and particular dynamics of the inter-relations existing at the local level and between the local and global level.

What was perceived is that the changes that have occurred (and which are occurring) in the geosystem are induced by the global spatial level of analysis, and have led to the expansion of local hog raising. Water pollution is part of the process of reproduction of the activity. There is a logic that sustains the pollution: at a local level, it involves the productivist logic of the farmer, which is based on the appropriation of nature and on the action of "getting rid of the waste" (either by releasing it in surface water, or draining it into the ground). On a global level, it includes the productivist logic of the market, large companies, associated to the State, and is based on technology innovations. The local polluting culture is sustained by these logics, expressed at different spatial levels and by contributing to a physical media that facilitates the processes of water pollution by this waste.

PRÓLOGO

Edgar MORIN (1989), tratando da Vida da Vida, sintetiza, em poucos parágrafos, a história da humanidade na sua relação com a natureza:

As sociedades históricas fundaram a sua subjugação parasitária da natureza. *A subjugação da natureza pelo homem transformou a natureza da subjugação.* A subjugação dos processos de reprodução e de desenvolvimento vegetais constitui, precisamente, a agricultura... . A subjugação, já não apenas da reprodução e do desenvolvimento, mas do próprio animal, constitui a criação e a domesticação. ... A subjugação dos vegetais e dos animais faz-se acompanhar por uma subjugação do território natural, florestas, lagos, rios, onde o homem estabelece o seu controle e a sua exploração. O quadriculado de estradas e caminhos não é unicamente um desenvolvimento de comunicações sociais, é também a implantação duma rede apertada de subjugação natural. Os direitos de propriedade, privados ou públicos, as proibições e obrigações de apanha, corte, colheita, pasto, caça, pesca, não são apenas a instituição de regras sociais, são também a sobre-impressão, sobre as regras eco-organizadoras, de novas regras humanas de organização da natureza. (MORIN, 1989, p. 70)

Entretanto, esse processo não é unidirecional, nem sem conseqüências para o próprio homem que, há alguns séculos, se vê à parte do meio que vive.

... reciprocamente, o controle do ecossistema sobre as sociedades humanas cresce à medida do controle que suporta. As variações ecológicas provocam gelo, seca, inundações que determinam desastres e fomes, as quais suscitam crises, guerras, invasões. Assim, a sociedade humana não escapa à eco-relação. Quanto mais o homem possuir a natureza mais esta o possui. (...) O homem tornou-se o subjugador global da biosfera, mas por isso mesmo subjugou-se a ela. (MORIN, 1989, p. 70, 73)

Em outro ponto do texto, o autor aborda a “técnica” e suas conseqüências.

Doravante, uma parte da natureza depende não só da sociedade humana, mas da tecnosfera resultante. A tecnosfera estende à vida humana e à vida natural o modelo de organização próprio das máquinas artificiais. O espírito dessa tecnologia sobredetermina e é sobredeterminado pela lógica do lucro, pelo gigantismo industrial, pelo excesso de especialização. ... Os programas tecnocráticos, fixados em objetivos isolados e rentáveis no mais curto prazo, quebram as retroações reguladoras, dilaceram e degradam, por vezes até à morte, as eco-organizações. (MORIN, 1989, p. 72)

E é assim que morre um rio. Ou se altera, se transforma. Seu entorno o transforma. Com ele, junto a ele, transforma-se seu entorno, tudo e todos a ele relacionados, pois todos pertencemos à “teia da vida”.

Essa tese refere-se a um pequeno rio poluído, transformado por grande carga orgânica advinda, sobretudo, da cadeia produtiva da SUINOCULTURA (produção e abate), desenvolvida no seu entorno. Trata-se do rio Coruja-Bonito, cuja bacia hidrográfica está localizada no município de Braço do Norte, mesoregião geográfica Sul Catarinense.

INTRODUÇÃO

SUINOCULTURA: RIQUEZA E POLUIÇÃO¹

O Brasil é o quarto maior produtor de carne suína do mundo, com produção, em 2003, de 2.968 mil toneladas, e o quarto maior exportador, com 550 mil toneladas exportadas (ROPPA, 2003b).

A suinocultura representa importante atividade econômica no Brasil e, sobretudo, no sul do país, principal região produtora nacional. A região sul possuía, em 2003, 56,6% do rebanho nacional, o que corresponde a 20,14 milhões de cabeças, e produziu 57,7% da carne suína produzida no país.

Santa Catarina é o maior Estado produtor, e em 2002 abateu 7.162.250 cabeças (com Inspeção Federal – SIF), o que correspondia a 18,9% do abate nacional, e exportou 264,7 mil toneladas de carne, ou seja, 55,6% da exportação nacional do produto (ROPPA, 2003b). Além disso, as cinco maiores empresas produtoras e exportadoras de carne suína do Brasil, nasceram e possuem sede no Estado.

A atividade passou a ganhar importância econômica, em Santa Catarina, nas décadas de 30 e 40, com a instalação de agroindústrias que integravam os produtores de suínos. As principais áreas produtoras eram o Oeste Catarinense e o Vale do Rio do Peixe. Foi somente na década de 70 que a suinocultura passou a se expandir no sul do Estado e a ter maior representatividade econômica.

Em 1996, o Sul do Estado possuía um rebanho de 513,6 mil cabeças de suínos.

Em Santa Catarina, a suinocultura participa com 22% do valor bruto da produção agrícola e movimenta cerca de R\$ 3,2 bilhões. Existem cerca de 100 mil produtores catarinenses cadastrados nessa atividade, sendo que mais de 80% deles são de pequenas propriedades familiares. A suinocultura e outras atividades a ela relacionadas geram cerca de 65 mil empregos diretos e 140 mil indiretos em todo o Estado, garantindo a arrecadação de R\$ 54,5 milhões em impostos (BRASIL, 2002).

VOTTO salientava, em 1999, o fato de que entre os maiores produtores de suínos do país, Santa Catarina é o de menor superfície, o que sugere uma concentração de animais e de

¹ Segundo MICHAELIS (1998), *POLUIR* é “sujar, manchar, conspurcar: *Os despejos da cidade poluíram o rio.*”, e *CONTAMINAR* é infeccionar por contato, contagiar; tornar inferior ou impuro por contato ou mistura, poluir. Não é objetivo dessa tese discutir os conceitos (e possíveis diferenças) de ‘poluição’ e ‘contaminação’; por isso será utilizado o termo ‘poluição’ para expressar alterações nas águas do rio Coruja-Bonito, provocadas pela adição de diferentes materiais (substâncias químicas, sedimentos, materiais biológicos, ...) que alterem a composição do rio e que possam prejudicar formas de vida nele existentes ou dele dependentes.

dejetos maior que nos outros estados. A concentração, aqui, é de 42 animais/km², enquanto que no Paraná, que apresenta a segunda maior concentração, é de 21 animais/km².

Na suinocultura, a produção confinada, na qual se observam as maiores produtividades, constitui a base da expansão da atividade. O confinamento (e toda tecnologia associada) é responsável não somente pelo aumento da escala de produção, mas também pela diminuição do número de produtores, diante da exigência de maiores investimentos e especialização. A adoção deste sistema significa, conforme sua própria definição, um grande número de animais em pequenas áreas, e traz, como consequência, a produção de grande volume de dejetos². Apoiada institucionalmente, esta atividade foi incentivada sob uma ótica que não previu ou reconheceu a magnitude do seu impacto ambiental, principalmente sobre os recursos hídricos. De uma forma geral, estes sistemas propiciam elevada produção de dejeções líquidas, gerando problemas para armazenamento, distribuição e manejo, levando ao lançamento de dejetos no solo e nos cursos d'água (OLIVEIRA, 1995; PERDOMO e LIMA, 1998).

Sob o prisma ambiental, portanto, a criação de suínos, ou melhor, a grande produção de dejetos de suínos, concentrada, torna-se um problema ambiental, causador de poluição de mananciais hídricos.

Conseqüências dos dejetos de suínos na água

Os dejetos de suínos, bem como de outros animais domésticos, provocam um aumento na demanda de oxigênio nos ambientes aquáticos; são portadores de agentes infecciosos, que provocam doenças diversas em outros animais e no homem; provocam eutrofização das águas; elevam os níveis de fosfatos e de nitratos (tóxicos) na água; provocam mau cheiro e gosto desagradável na água. O impacto que os contaminantes têm sobre o ecossistema aquático está relacionado à quantidade e ao tipo de cada poluente que é introduzido, e às características do ambiente aquático receptor.

Os principais constituintes que provocam impactos na água, sobretudo a superficial, são matéria orgânica, nutrientes, bactérias fecais e sedimentos. Os resíduos e efluentes

² São considerados dejetos: a urina, as fezes, e a água utilizada no manejo e limpeza das granjas. A quantidade total de dejetos produzidos em uma granja varia de acordo com o número de animais, da categoria destes animais, do sistema de alimentação adotado, da quantidade de água desperdiçada pelos bebedouros e do sistema de higienização e sanitização dos animais e instalações. Os valores médios variam em torno de 1,4 (para leitões desmamados) a 27 L/animal/dia (porcas em lactação), considerando uma concentração de 40% de matéria seca (OLIVEIRA, 1995; PERDOMO e LIMA, 1998; FERNANDES e OLIVEIRA, 1995). Podem, ainda, estar presentes nos dejetos, quando estes atingem a estrutura de armazenamento: água de chuva, alimentos derramados e desperdiçados, solo, e outros (embalagens, vidros, plástico, animais mortos, poeira) (SEIFFERT, s.d.).

gerados pelas instalações de confinamento que atingem a rede de drenagem incrementam o nível de sólidos suspensos e afetam a coloração da água, seja pelo resíduo sólido em si, seja pelo estímulo à produção de algas decorrente do aumento de nutrientes na água, sobretudo nitrogênio e fósforo, o que provoca a eutrofização das águas. A eutrofização provoca diminuição do nível de oxigênio dissolvido na água, podendo levar à perda de diversidade das espécies aquáticas devido à morte de peixes ou outros organismos aeróbicos (VOTTO, 1999; SEIFFERT e PERDOMO, 1998). Também a mineralização (redução) da matéria orgânica consome oxigênio da água, tornando o ambiente aquático pouco oxigenado.

Além disso, a turbidez provocada pela matéria orgânica, entre outros, indica que existem sólidos em suspensão e que tendem a se depositar no fundo, sob forma de lama anaeróbica, a qual fermenta na ausência de oxigênio, gerando desprendimento de bolhas de gases como amônia, ácido sulfídrico e metano. Outras reações possíveis nesse ambiente anaeróbico são a redução de íons como nitrato e sulfato. A água, na ausência de oxigênio, apresenta odor e aparência desagradáveis, com boas possibilidades de desenvolver microorganismos patogênicos, alterando suas características e afetando possibilidades de uso, como consumo humano direto e recreação, deixando a água com odor e paladar indesejáveis (MARTINI, 2000; OTTAWAY, 1982³ apud BORTOLUZZI, 2003). Outros componentes que precisam ser considerados sob o aspecto da proteção ambiental são os nitratos. Sendo os nitratos a forma oxidada do nitrogênio amoniacal, estes se formam em ambientes aeróbios, nos ambientes aquáticos bem oxigenados, e após aplicação de dejetos no solo, a partir de onde podem se deslocar até os lençóis freáticos, poluindo-os.⁴ Além disso, VOTTO (1999) cita também, como prejudicial aos ambientes aquáticos, a acumulação de cobre e de zinco, usados em rações animais.

Organismos patogênicos excretados pelos animais acompanham os dejetos, e não são erradicados através de tratamentos como remoção de sólidos, aeração ou desidratação. Sendo assim, presume-se que grande número de patógenos pode atingir o rio, havendo ou não manifestação de infecção nos animais. Outros problemas provocados pelo despejo de efluentes de animais nos rios são as doenças causadas por coliformes, leptospirose, tularemia, febre aftosa, hepatite, peste suína clássica (OLIVEIRA, 1993). Além disso, a concentração de dejetos animais provoca a multiplicação de moscas e borrachudos, que provocam desconforto durante o trabalho ao ar livre.

³ OTTAWAY, J. P. *Bioquímica da poluição*. São Paulo: EPU/EPUS, 1982.

⁴ Os nitratos na água podem causar problemas de saúde significativos em humanos e animais, levando a uma doença (falta de oxigênio de tecidos em desenvolvimento) e possível morte: a metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul) que afeta, em geral, crianças com menos de 6 meses de idade.

Cabe salientar que resultados de exames bacteriológicos efetuados em milhares de amostras de água consumida pela população rural no Oeste Catarinense, maior área produtora de suínos do Estado e que apresenta rios intensamente poluídos por esta atividade, indicam um índice de 84% de poluição por coliformes fecais⁵, representando um grande perigo para a saúde pública (SANTA CATARINA, 1997; CHRISTMANN, 1994).

As conseqüências para o ambiente e, conseqüentemente, para o próprio homem que ao ambiente pertence, caracterizam a atividade suinícola (com a produção concentrada de dejetos) como uma “questão ambiental”.

AMBIENTE, AÇÃO E COMPLEXIDADE

Aprendemos, desde muito cedo, a desmembrar os problemas, a fragmentar o mundo. Aparentemente, isso torna tarefas e assuntos complexos mais administráveis, mas, em troca, pagamos um preço oculto muito alto. Não conseguimos mais perceber as conseqüências das nossas ações; perdemos a noção intrínseca de conexão com o todo. Quando queremos divisar “o quadro geral”, tentamos montar os fragmentos em nossa mente, listar e organizar todas as peças. Mas, como diz o físico David Bohm, a tarefa é inglória – é como tentar montar os fragmentos de um espelho quebrado para enxergar um reflexo verdadeiro. Depois de algum tempo, acabamos desistindo de ver o todo. (SENGE, 2001, p. 37)

Sem intenção de aprofundar-me na discussão sobre paradigmas, confrontando a visão mecanicista cartesiana com a visão holística ou sistêmica (farei apenas breve referência a estas visões, pouco adiante), cito Senge como expressão da dificuldade de “ver o todo”.

De fato, historicamente, a ocupação do território pelo homem tem sido feita visando apenas a subsistência ou os lucros imediatos, sem o respeito a todas as inter-relações que possam existir no ambiente que caracteriza uma determinada área; não se vê o “todo”. Correntemente, essa ocupação tem como objetivos o mínimo custo e o máximo benefício econômico de seus usuários, a curto e médio prazo, ignorando conseqüências que vão além das inicialmente previstas quando da ocupação por determinada atividade. Será essa ignorância deliberada?

⁵ Coliformes fecais são bactérias restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente, que indicam se a água está contaminada por fezes humanas, dejetos animais ou ainda por efluentes orgânicos de agroindústrias, como abatedouros, laticínios ou frigoríficos. Não causam doenças nem se reproduzem no meio hídrico, mas sua presença comprova a existência de material intestinal na água. Portanto, a análise bacteriológica da água tem por finalidade verificar a qualidade sanitária da água, pois é parâmetro indicador da possibilidade de existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como febre tifóide, desintéria bacilar e cólera (SANTA CATARINA, UNISUL, 1998; EPAGRI, 1999; MINER, WILLRICH, 1970; MACHADO, 2001).

Talvez haja, “simplesmente”, como escreve CAPRA (2000), uma crise de percepção – a falta de uma percepção ‘ecológica profunda’ que reconheça a “interdependência fundamental de todos os fenômenos, e o fato de que, enquanto indivíduos e sociedades, estamos todos encaixados nos processos cíclicos da natureza (e, em última análise, somos dependentes desses processos)” (p. 25).

Relembro aqui MORIN (1989), que cita os princípios de ecologia da ação.

Podemos assim conceber o primeiro princípio de ecologia da ação: “O nível de eficácia ótima duma ação situa-se no início do seu desenvolvimento” (Lise Laférière). Muito cedo as nossas ações são arrastadas à deriva, isto é, num jogo de inter-retroações que as arrancam à sua fonte organizadora e ao seu sentido finalizador, para arrastá-las para processos e direções inteiramente diferentes, e até contrários. A partir daí podemos extrair o segundo princípio de ecologia da ação, que é um princípio de incerteza: *as últimas conseqüências dum dado ato são não predizíveis.* (p. 81)

Assim,

A ação voluntária escapa quase imediatamente à vontade; foge, começa a copular com outras ações às miríades e volta por vezes, desfigurada e desfigurante, à testa de seu iniciador. (...) *Não é que exista ‘cumplicidade objetiva’ com o inimigo real; é que existe **complexidade** objetiva da vida real.* (MORIN, 1989, p. 81, grifo meu)

Reconhece-se, portanto, a complexidade da vida, a complexidade do ambiente. Neste momento podemos fazer referência, então, ao “ambiente mais amplo”, de todo espaço, fenômenos, processos e estruturas que possam ser profundamente alterados ou afetados por determinados acontecimentos ou ações.

Reconhece-se, também, a ignorância ou incapacidade humana para compreender essa complexidade: quanto mais são estudadas as questões ambientais, mais se percebe que elas não podem ser compreendidas isoladamente, devido ao fato de serem **sistêmicas**, interconectadas e interdependentes. Os sistemas⁶ não podem ser entendidos pela análise. É necessário compreender o contexto, os processos (CAPRA, 2000).

Para GONÇALVES (1998), a questão ambiental diz respeito ao modo como a sociedade se relaciona com a natureza. Nela estão implicadas as relações sociais e as complexas relações entre o mundo físico-químico e orgânico. Para o autor,

⁶ Segundo CAPRA (2000), o bioquímico Henderson, no início do século XX, foi o pioneiro na utilização do termo “sistema” para denotar tanto organismos vivos como sistemas sociais. “Dessa época em diante, um sistema passou a significar um todo integrado cujas propriedades essenciais surgem das relações entre suas partes, e ‘pensamento sistêmico’, a compreensão de um fenômeno dentro do contexto de um todo maior.” (p. 39)

o que a questão ambiental coloca para a reflexão são os limites que a natureza apresenta num contexto sócio-histórico determinado, o que pressupõe um determinado estágio de conhecimento técnico. Em cada situação, vários usos da natureza são possíveis, mas não qualquer uso. (p. 14)

Nesses usos, “as espécies [ressalto: inclusive o homem] não simplesmente se adaptam ao ambiente, mas o produzem e sofrem retroativamente a ação do ambiente-sistêmico que ajudaram a constituir” (GONÇALVES, 1988, p. 25).

Nesse “ambiente sistêmico constituído” encaixa-se a poluição de um rio, provocada por uma atividade econômica concentrada como a suinocultura. A questão refere-se, fundamentalmente, a um “problema ambiental”, que inclui aspectos naturais, sociais, econômicos, técnicos, culturais e históricos, refere-se a um contexto e um processo. É a compreensão e compatibilização de todos esses aspectos, necessária à análise ambiental, que leva à dificuldade em abordar o objeto de estudo – uma questão ambiental.

Esta dificuldade, fruto da formação especializada e fragmentada elaborada sob a visão mecanicista da ciência cartesiano-newtoniana, dominante há mais de três séculos⁷, se expressa na incapacidade de responder à pergunta tão frequentemente colocada: como tratar as questões ambientais, de natureza complexa e dinâmica, integrando holisticamente os vários aspectos componentes de uma dada situação real ou imaginária, sem simplesmente rotular com um leve verniz de 'ambiental' a realização de um trabalho?

GONDOLO (1999), citando BOHM (1992)⁸, afirma (p. 15):

O conhecimento factual que obtemos está evidentemente moldado pelos *insights* teóricos de cada especialidade, pela nossa forma induzida de percepção da realidade. Esse fato nos leva a abordar a natureza, a sociedade, os indivíduos e a solução dos problemas em níveis ou formas de pensamento mais ou menos fixas e limitadas, levando a repetir modelos de abordagem e busca de soluções em contextos limitados pela nossa forma segmentada de pensar e de atuar no campo profissional.

Como lidar, então, com uma situação onde há uma série de elementos e processos, estruturados, organizados e inter-relacionados, onde uma série de causas e efeitos se multiplica, se realimenta, e dá lugar a novos eventos e novas situações? Como identificar eventos e fatores fundamentais na determinação da qualidade da água de um rio, sabendo que

⁷ O mecanicismo cartesiano, surgido nos séculos XVI-XVIII, que decompõe o todo em partes e analisa as partes, suscitou diversos movimentos contrários em diferentes áreas de conhecimento: no movimento romântico do final do século XVIII; no vitalismo, na biologia organísmica (também discordante do vitalismo), na psicologia da *Gestalt*. Na física, essa visão dominante foi profundamente abalada, na década de 20, pela física quântica, onde as relações são expressas em termos de probabilidades, e as probabilidades são determinadas pela dinâmica do sistema todo (CAPRA, 2000).

⁸ BOHM, D. *A totalidade e a ordem implicada*: uma nova percepção da realidade. São Paulo: Cultrix, 1992.

esta é produto de uma história, resultado de uma evolução, e está sujeita, simultaneamente, a fatores determinísticos e a aleatoriedades?

Essa incapacidade em tratar questões ambientais deriva da inexistência de um arcabouço teórico-conceitual metodologicamente estruturado que suporte o desenvolvimento de estudos ambientais e a implementação eventual de medidas de recuperação e conservação necessárias. "Ela [a questão ambiental] não é uma questão natural. Ela não é uma questão social. Ela é uma questão de complexidade que envolve as duas e não temos uma herança filosófica, teórica e metodológica que pense esta complexidade" (GONÇALVES, 1989, p. 304).

Assim, dentro da necessidade de perceber o mundo não mais sob uma ótica mecanicista, e reconhecendo que se vive em um mundo globalmente interligado, no qual os fenômenos biológicos, psicológicos, sociais e ambientais são todos interdependentes, (re)surge o **enfoque sistêmico** que, numa análise integrada do ambiente, *valoriza as relações existentes entre os vários componentes integrantes do sistema ambiental*.

As noções de complexidade, interação, organização e funcionalidade, levam diversos autores a apontar a visão sistêmica como importante avanço na superação da visão atomística e como metodologia adequada para abordagem do meio ambiente. A análise ambiental, portanto, deve-se dar sob uma ótica integrada do funcionamento do ambiente, e a análise da poluição hídrica não foge a esta regra, inserindo-se na perspectiva sistêmica.

Adaptando o discurso sobre diagnóstico ambiental de MACEDO (1991), pode-se afirmar que a finalidade básica de estudos ambientais é a identificação do quadro físico, biótico e antrópico de uma dada área, através de seus fatores ambientais constituintes e, sobretudo, das relações e dos ciclos que conformam, de modo a evidenciar o comportamento e as funcionalidades do sistema que realizam, remetendo-nos à necessidade da análise ambiental sob o ponto de vista sistêmico.

Conforme coloca TRICART (1977, p. 19), em um parágrafo ainda atual,

o conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma postura dialética entre a necessidade da análise - que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação - e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação - o que não é o caso de um inventário, por natureza estático.

Assim, a visão sistêmica passa a ser um tipo de abordagem, constituindo um instrumental organizador para o estudo a ser realizado, buscando indicar tendências de comportamento na paisagem e realizar análises orgânico-espaciais que coloquem a idéia de sistema como diretriz, independente da sua construção matemática.⁹

Na visão sistêmica "o todo é mais que a soma das partes", o que significa dizer que as características constitutivas do sistema não são explicáveis a partir das características das partes isoladas; as características do complexo, portanto, comparadas às dos elementos, parecem novas ou emergentes (BERTALANFFY, 1973, p. 83). Este complexo é o próprio **sistema** que, por definição, é um conjunto de elementos em interação¹⁰, ou uma "unidade global organizada de inter-relações entre elementos, ações ou indivíduos" (MORIN, 1977, p. 98).

Alguns autores insistem na visão sistêmica como "ferramenta" metodológica, afirmando, como GIOMETTI (1998), por exemplo, que esta visão oferece "condições de suporte aos estudos direcionados às questões ambientais e possibilita adoção de postura que conduz à análise do elemento, sem que seja perdida a noção de conjunto" (p. 82).

Entretanto, neste trabalho, a visão sistêmica é mais do que isso. É uma concepção, um "pensamento" diferenciado. SENGE (2001), tratando de "empresas e outros feitos humanos", afirma que os sistemas estão...

igualmente conectados por fios invisíveis de ações inter-relacionadas, que muitas vezes levam anos para manifestar seus efeitos umas sobre as outras. Como nós mesmos fazemos parte desse tecido, é duplamente difícil ver o padrão de mudança como um todo. Ao contrário, tendemos a nos concentrar em fotografias de partes isoladas do sistema, perguntando-nos por que nossos problemas mais profundos parecem nunca se resolver. O pensamento sistêmico é um quadro de referência conceitual, um conjunto de conhecimentos e ferramentas desenvolvido ao longo dos últimos cinquenta anos para esclarecer os padrões como um todo e ajudar-nos a ver como modificá-los efetivamente. (p. 40)

Com esse pensamento, SENGE (2001, p. 82) afirma:

⁹ Bertalanffy apontava, em meados do século passado (obra posteriormente traduzida para o português: BERTALANFFY, 1973) que o primeiro problema que o estudo de sistemas apresenta é essencialmente o problema das limitações dos procedimentos analíticos da ciência, pois a aplicação do método analítico é válida apenas quando as interações são inexistentes ou suficientemente fracas para poderem ser negligenciadas e quando as relações que descrevem o comportamento das partes são lineares. Ainda segundo BERTALANFFY (1973, p. 45), "os modelos em linguagem ordinária têm portanto seu lugar na teoria dos sistemas. A idéia de sistema conserva seu valor mesmo quando não pode ser formulada matematicamente ou permanece uma 'idéia diretriz' mais do que uma construção matemática."

¹⁰ Para BERTALANFFY (1973, p. 84), "a interação significa que os elementos p estão em relações R, de modo que o comportamento de um elemento p em R é diferente de seu comportamento em outra relação R."

Embora o pensamento sistêmico seja visto por muitos como uma poderosa ferramenta de solução de problemas, cremos ser ele mais poderoso como uma linguagem, aumentando e alterando os modos como pensamos e falamos acerca de temas complexos.

E é nesta tentativa, de pensar de forma diferente e falar acerca de um tema complexo, que será escrita esta tese, pois, como assinala CAPRA (2000, p. 48), “Quando percebemos a realidade como uma rede de relações, nossas descrições também formam uma rede interconectada de concepções e de modelos”. Ou ainda, citando MORIN (1989, p. 351), “A complexificação do pensamento em todos os níveis (conceptualização, causalidade, generatividade) necessita duma complexificação dos princípios ou paradigmas que orientam, controlam, comandam o pensamento.”

A “visão sistêmica” tão buscada, portanto, não se limitará à relação que uma teoria desempenha com observações e fatos. Conforme bem explicita GARCÍA (2000), a função de uma teoria, solidária com esta relação, consiste em tornar inteligíveis os fatos, organizá-los, hierarquizá-los e explicá-los. Tudo isso implica, necessariamente, em estabelecer relações causais entre eles, lembrando, contudo, que os registros efetuados ao longo da pesquisa são, por um lado, representativos de uma realidade objetiva; por outro, correspondem aos próprios esquemas interpretativos.

Ou, como diz Milton Santos:

Descrição e explicação são inseparáveis. O que deve estar no alicerce da descrição é a vontade de explicação, que supõe a existência prévia de um sistema. Quando este faz falta, o que resulta em cada vez são peças isoladas, distanciando-nos do ideal de coerência próprio a um dado ramo do saber e do objeto de pertinência indispensável. (SANTOS, 1997a, p. 16)

Ademais, contrapondo a crença cartesiana na certeza do conhecimento científico, assume-se atualmente que as concepções e as teorias científicas são limitadas e aproximadas, e que a ciência não pode fornecer uma compreensão completa e definitiva de um sistema – segundo CAPRA (2000), é esta característica que torna possível converter a abordagem sistêmica numa ciência.

A premissa da abordagem sistêmica é de que o conhecimento sobre o sistema estudado é sempre incompleto. As surpresas são inevitáveis. Não só a ciência é incompleta, os sistemas estão em constante processo de mutação devido às causas naturais e como resultado da integração humana (ASMUS e KALIKOSKI, 2003).

Ambiente – bacia hidrográfica: sistema aberto

Este trabalho toma como referencial o pensamento sistêmico. Através desse referencial, busca-se elucidar a estrutura, os mecanismos de retroalimentação entre os elementos identificados na organização espacial da área de drenagem do rio Coruja-Bonito, na qual as entradas e saídas, ou melhor, trocas de matéria, energia e informação que ocorrem entre os elementos que integram o sistema e com o exterior possibilitam classificar esta bacia hidrográfica como um **sistema aberto**.

Existem basicamente dois tipos de sistemas: os fechados e os abertos. No primeiro caso, teórico, não há trocas de matéria ou energia do sistema com o ambiente circundante. Já os sistemas abertos apresentam relações com o ambiente que os cerca; são aqueles nos quais ocorrem constantes trocas de energia, matéria e informação, tanto recebendo como perdendo.

CHRISTOFOLETTI (1979; 1999) diferencia, inicialmente, sistemas isolados e não isolados, sendo que os primeiros não trocam energia nem matéria com o ambiente circundante. Já os não-isolados podem ser fechados (quando há trocas de energia, mas não de matéria), ou abertos (quando ocorrem trocas de energia e de matéria).

Na obra de 1999, CHRISTOFOLETTI cita outra tipologia, atribuída a WEAVER (1958)¹¹:

- *sistemas simples*: componentes conectados conjuntamente e agindo um sobre os outros conforme determinadas leis;

- *sistemas complexos mas desorganizados*: formados por conjuntos de componentes, mas os objetos são considerados como interagindo de maneira fraca ou acidental; as interações são acidentais e muito numerosas para serem estudadas individualmente;

- *sistemas complexos e organizados*: os componentes interagem fortemente uns com os outros para formar um sistema complexo e de natureza organizada; apresentam alto grau de regularidade e conexões fortes, e podem ser pensados como sistemas altamente complexos e organizados.

E é nesse último tipo que enquadramos a Bacia do rio Coruja-Bonito – *um sistema aberto, complexo e organizado*.

Mas o que, exatamente, é pretendido nesta tese?

¹¹ WEAVER, P. A quarter century in the natural sciences. *Annual Report of the Rockefeller Foundation*, New York, p. 7-122, 1958.

QUESTÃO NORTEADORA E OBJETIVOS

Investigar um sistema aberto, complexo e organizado significa estudar uma parte da realidade que inclui aspectos físicos, químicos, biológicos, sociais, econômicos e outros. Toda investigação carece de um tipo de pergunta – ou conjunto coerente de perguntas – que especificam a orientação geral da pesquisa; carece de uma pergunta norteadora.

Neste trabalho, proponho uma mudança de enfoque em relação às questões normalmente traçadas diante de um “rio poluído”. A questão norteadora não se dá, simplesmente, em termos de caracterizar a poluição do rio (para a qual a resposta é: ‘o rio está poluído, o que pode ser comprovado por altos índices de coliformes fecais’, conforme trabalhos anteriores já demonstraram) ou de questionar quem são os culpados (cuja resposta tem sido dada em discussões envolvendo diversos segmentos da sociedade: ‘o suinocultor’). No presente estudo, o enfoque é outro, explicitado na questão que segue.

Questão norteadora

A que processos de degradação (envolvendo sobretudo a produção suinícola) está submetido o rio Coruja-Bonito, e o que mantém ou colabora para que essa degradação perdure?

A questão busca, portanto, as raízes da poluição do rio: o que mantém a poluição do rio? Quais as estruturas que a mantém? A idéia é buscar subsídios para uma discussão mais profunda sobre o assunto, que fuja da simples responsabilização do suinocultor (sem o eximir de suas responsabilidades) pelos danos ambientais provocados pela concentração de dejetos em pequenas áreas, típica da moderna suinocultura confinada.

Acredito que, com uma percepção (mais) global (ou menos restrita) da situação – rio poluído, buscando reconhecer a complexidade inerente ao sistema, apoiada em perspectivas que se abrem a partir dos estudos dos sistemas complexos, será possível aprofundar a discussão sobre o tema “poluição hídrica X suinocultura” e fornecer subsídios menos simplistas, fragmentados e parciais para as tomadas de decisão, ainda que embasadas em relações “simplistas” de causa e efeito.

Essa “percepção (mais) global” tem como base a visão sistêmica que auxiliará na identificação do arcabouço que atua no tempo e no espaço deste ambiente geográfico – a bacia do rio Coruja-Bonito, e que mantém a poluição do rio.

Espero, assim, contribuir para a análise de uma questão ambiental sob uma ótica que leva em conta as flutuações e imprevisibilidades da dinâmica de um sistema, bem como a complexidade e o grande número de variáveis relevantes que devem ser consideradas, **partindo da hipótese de que conceitos atuais sobre sistemas complexos podem ser aplicados na análise ambiental, como instrumento para a interpretação dos problemas ambientais.**

Para responder à questão norteadora, partindo dessa hipótese, o primeiro capítulo tratará da definição e caracterização de sistemas complexos, abrangendo desde a formulação da Teoria Geral dos Sistemas por Bertalanffy, nos anos 50, até postulados mais recentes, como das estruturas dissipativas, de Prigogine. Após, apresento a noção de “bacia hidrográfica” como “geossistema”, ressaltando a ação da sociedade no espaço. Finalizo com algumas considerações sobre estudo de sistemas. Este primeiro capítulo tem por objetivo elucidar diversas noções necessárias à compreensão de um sistema espacial complexo organizado e dinâmico, e fornecer conceitos teóricos a serem aplicados posteriormente no estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito.

No capítulo 2 contextualizo ambiental e economicamente a atividade suinícola. Apresento dados sobre quantidade e características de dejetos produzidos, informações sobre seu manejo e aproveitamento, e aponto características da atividade, com especial enfoque para o Estado de Santa Catarina e Sul Catarinense. Apresento, também, informações sobre crédito rural e legislação relativas à suinocultura estadual. Neste capítulo ficam evidenciadas a importância econômica da atividade em diferentes escalas geográficas, da local até a mundial, e as conseqüências da poluição de ambientes aquáticos por dejetos animais.

O capítulo 3 consiste na descrição da bacia do rio Coruja-Bonito, geossistema pesquisado, à luz dos conceitos discutidos no capítulo 1. Neste terceiro capítulo apresento uma síntese do levantamento da área rural da bacia realizado no quadro desta tese (cujos resultados constam em anexo), e destaco a degradação das águas do rio (comprovada por campanha de monitoramento cujos resultados detalhados também constam em anexo) decorrente principalmente da poluição por dejetos de suínos¹². A partir de então, busco identificar elementos, subsistemas, relações, fluxos e processos que colaboram para esta degradação.

¹² É importante, desde já, salientar que a suinocultura não é a única fonte de poluição dos recursos hídricos locais, fundamentalmente por carga orgânica. Há outras fontes, como dejetos da criação de bovinos e esgotamento sanitário. No entanto, a produção de dejetos pela suinocultura é, de longe, a maior fonte poluidora, motivo pelo qual é destacada neste estudo.

No quarto e último capítulo faço a análise dos aspectos gerais que sustentam a poluição, tanto em nível local, o da bacia do rio Coruja-Bonito, quanto em nível global.

Nas considerações finais busco sintetizar uma percepção global da questão ambiental pesquisada e avaliar a aplicação da visão sistêmica (e seus conceitos definidos) em uma pequena bacia hidrográfica com seus recursos hídricos comprometidos quanto à sua qualidade e possibilidade de usos múltiplos, respondendo, assim, à questão norteadora da tese.

O OBJETIVO CENTRAL do trabalho pode, portanto, ser resumido como:

Analisar, sob uma perspectiva sistêmica, os processos de degradação ambiental do rio Coruja-Bonito (Braço do Norte, SC).

E os OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Elucidar noções necessárias à compreensão de um sistema espacial complexo e organizado.

Caracterizar a bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito, destacando a importância da suinocultura na degradação das águas do rio.

Monitorar características físicas, químicas, biológicas e dinâmicas das águas do rio.

Relacionar estas características com os processos que mantêm ou colaboram para que a degradação perdure.

CAPÍTULO 1 - SISTEMAS

Sistema – a palavra deriva do verbo grego *sunístánai*, que originalmente significava “fazer ficar juntos”.

1.1 TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E DEFINIÇÃO DE SISTEMA

Traçando um histórico sobre o ‘pensamento sistêmico’ – termo sob o qual ficou conhecida a maneira de pensar da perspectiva holística – CAPRA (2000, p. 40) afirma que

aquilo que os primeiros pensadores sistêmicos reconheciam com muita clareza é a existência de diferentes níveis de complexidade com diferentes tipos de leis operando em cada nível. De fato, a concepção de ‘complexidade organizada’ tornou-se o próprio assunto da abordagem sistêmica.

O autor cita, também, que antes da década de 40, os termos ‘sistema’ e ‘pensamento sistêmico’ já haviam sido utilizados, mas foram as concepções de sistema aberto e de uma teoria geral dos sistemas, do biólogo Bertalanffy, que estabeleceram o pensamento sistêmico como um movimento científico.

Assim, para diversos autores, a obra fundamental da concepção sistêmica é representada pela “Teoria Geral dos Sistemas”¹³, de Ludwig Von Bertalanffy, visando, essa teoria, ser considerada como formulação básica de uma doutrina com aplicabilidade universal, estabelecendo os princípios de uma nova ciência.¹⁴ Bertalanffy propôs perspectiva organística ou teoria dos sistemas relacionada com a ‘harmonia e coordenação de processos entre uns e outros’, e apontou o paralelismo de princípios gerais em sistemas de diferentes campos de atividades. O sistema foi tomado como um modelo estrutural, adquirindo as características de uma unidade funcional regida pela interação recíproca entre os elementos.

Para BERTALANFFY (1973, p.53)

é necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o

¹³ A Teoria Geral dos Sistemas foi lançada por Bertalanffy no início da década de 50, e traduzida para o português, no Brasil, em 1973. Segundo BERTALANFFY (1973): "Deste modo, postulamos uma nova disciplina chamada *Teoria Geral dos Sistemas*. (...) Seu objeto é a formulação de princípios válidos para os 'sistemas' em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõem e as relações ou 'forças' existentes entre eles." (pp. 31, 55 e 61).

¹⁴ CAPRA (2000) afirma que, entre 20 e 30 anos antes de Bertalanffy, Alexander Bogdanov, pesquisador médico, filósofo e economista russo, havia desenvolvido uma teoria sistêmica, formulando uma ‘ciência universal da organização’ que chamou de *tectologia* (‘ciência das estruturas’), mas que ficou pouco conhecida fora da Rússia, e nem sequer foi citada por Bertalanffy em sua obra.

comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo. (...) A análise e o isolamento artificial são úteis, mas de modo algum suficientes como métodos de experimentação biológica e como teorias.

Na visão sistêmica "o todo é mais que a soma das partes", o que significa dizer que as características constitutivas do sistema não são explicáveis a partir das características das partes isoladas; as características do complexo, portanto, comparadas às dos elementos, parecem novas ou emergentes¹⁵. Este complexo é o próprio sistema que, por definição, é um conjunto de elementos em interação, ou uma "unidade global organizada de inter-relações entre elementos, ações ou indivíduos". O sistema se define, portanto, pela inter-relação dos elementos que foram escolhidos ou identificados como fundamentais para o seu funcionamento (PENTEADO-ORELLANA, 1985; BERTALANFFY, 1973; MORIN, 1977).¹⁶

Segundo BRANCO (1989),

A abordagem sistêmica procede do fato de que as características específicas de um objeto (sistema) não se exaurem pelas peculiaridades de seus elementos constituintes, mas são enraizadas primordialmente nas características das conexões e relações existentes entre seus elementos. (p.68)

As palavras-chave da teoria de Bertalanffy são: complexidade e organização, podendo-se dizer que a teoria dos sistemas corresponde, na verdade, a uma teoria da organização, cujos princípios gerais são aplicáveis a quaisquer sistemas, independentemente da natureza dos elementos que os constituem ou das relações entre os mesmos. (p. 60)

A teoria dos sistemas, a partir da visão de DURAND (1979)¹⁷, apud BRANCO, (1989), é regida por quatro conceitos fundamentais: *interação*, que é a ação recíproca entre os elementos do sistema e que modifica o comportamento ou a natureza desses elementos; *totalidade*, que significa que o todo não é redutível às partes, e que implica no aparecimento de qualidades emergentes; *organização*, que, como essência do sistema, implica em dois aspectos complementares: o *estrutural* e o *funcional*; e *complexidade*.

¹⁵ As emergências são as realidades, qualidades, propriedades, provenientes da organização de um sistema e que apresentam um caráter novo, não redutíveis às qualidades ou às propriedades dos componentes considerados isoladamente ou dispostos diferentemente (MORIN, 1989, p. 348).

¹⁶ Cabe ressaltar que MORIN (1977) afirma que, embora comportando aspectos inovadores, a Teoria Geral dos Sistemas não se aprofundou na reflexão sobre o conceito de sistema, e que a maior parte das definições de sistema carecem do conceito de organização, como se estivesse abafada pela idéia de totalidade e inter-relação. Além disso, julga que as idéias de organização e de sistema são embrionárias e dissociadas. Além disso, Morin chama atenção para a expressão "o todo é inferior à soma das partes: isto significa que qualidades ou propriedades ligadas às partes consideradas isoladamente desaparecem no seio do sistema. Esta idéia raramente é reconhecida. (...) ... toda a relação organizacional exerce restrições ou imposições sobre os elementos ou partes que lhe estão – a palavra convém – submetidos" (p. 109).

¹⁷ DURAND, D. *La systématique*. Presses Universitaires de France, 1979.

Citando MILLER (1965, p.200)¹⁸, CHRISTOFOLETTI (1979, p. 1) assinala que

“um sistema é um conjunto de unidades com relações entre si. A palavra ‘conjunto’ implica que as unidades possuem propriedades comuns. O estado de cada unidade é controlada, condicionada ou dependente do estado das outras unidades”. Desta maneira, o conjunto encontra-se organizado em virtude das inter-relações entre as unidades, e o seu grau de organização permite que assumam a função de um todo que é maior que a soma das partes.

Em outra obra, CHRISTOFOLETTI (1999, p. 5) cita HAIGH (1985)¹⁹ que apresenta a seguinte definição:

Um sistema é uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas interrelações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas.

BRANCO (1989) salienta ainda mais a funcionalidade: o sistema tomado como um modelo estrutural e funcional adquire as características de uma unidade funcional, ...

... cuja dimensão mínima é a de uma organização capaz de funcionar por si só. Pode-se conceber, evidentemente, um sistema formado de vários subsistemas, que terão que ser, cada um, um sistema menor com funcionamento autônomo. (...) O sistema, visto sob esse ponto de vista essencialmente funcional, implica organização (e não mera coleção ou associação) de partes inter-relacionadas, de maneira a garantir o fluxo de energia. (p. 58)

Portanto, a definição da organização e da funcionalidade do sistema corresponde à norma básica para sua identificação.

Assim, pensar em sistema é tratar, essencialmente, da funcionalidade. É a integração funcional que torna os elementos participantes dos sistemas. A funcionalidade, pois, representa um atributo dos sistemas e aspectos analíticos da abordagem sistêmica.

HART (1979) apresenta uma noção 'simplificada' de sistemas. Afirmando que sistemas fechados são puramente conceituais, que inexistem na realidade, ele salienta que há certos elementos que todos os sistemas apresentam: componentes, interação entre componentes, entradas, saídas e limites. Ele explicita, portanto, que todos os sistemas reais possíveis possuem entradas e saídas de matéria ou energia, caracterizando bem os sistemas abertos.

Esses fluxos de matéria e energia originam relações de dependência mútua entre os fenômenos. Como consequência, o sistema representa um conjunto estruturado e apresenta

¹⁸ MILLER, J. G. Living systems: basic concepts. *Behavioral Science*, 10, 1965. p. 193-237.

¹⁹ HAIGH, M. J. Geography and general systems theory, philosophical homologies and current practice. *Geoforum*, 16 (2): 191-203. 1985.

propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades dos seus componentes, uma das quais é ter dinâmica própria.

Para DE ROSNAY (1975,²⁰ apud BRANCO, 1989), pode-se identificar um sistema por características estruturais e funcionais. As principais características estruturais são definidas por: limites (definindo as fronteiras do sistema), elementos (componentes do sistema), reservatórios (onde se acumulam energia, informação ou matéria) e rede de comunicações (através das quais se efetuam intercâmbios de energia, matéria ou informação). Quanto às características do funcionamento, pode-se ressaltar: fluxos (que corresponde à matéria, energia ou informação circulante), válvulas (que controlam a vazão de diferentes fluxos), amortecedores (resultantes de velocidades diferentes dos fluxos, tempo de estocagem nos reservatórios ou atrito entre elementos do sistema) e retroação. Essas características auxiliam na identificação da dinâmica dos sistemas.

1.2 CARACTERÍSTICAS E DINÂMICA DE SISTEMAS

O sistema, tomado como modelo estrutural, organizado, caracterizado como unidade funcional regida pela interação entre seus elementos constituintes, possui determinadas características estruturais e operacionais que lhe conferem a definição de sistema.

Inicialmente, é necessário estabelecer seus **limites**, os quais definem as escalas temporal e espacial do estudo. O sistema é constituído por **elementos ou unidades**, que são as suas partes componentes, e por **relações** diversas, uma vez que os elementos integrantes do sistema encontram-se interrelacionados através de ligações que denunciam fluxos de matéria e energia, incluindo informação. Essa constituição evidencia uma **estrutura** e uma **organização funcional**, com **dinâmica** própria.

1.2.1 Delimitação dos sistemas

A delimitação ou “fechamento” do sistema é procedimento necessário a fim de que se possa investigar a estrutura e o comportamento do sistema, propiciando sua **identificação**. Consiste na delimitação precisa de sua extensão física e da problemática a ser estudada.

Um sistema definido contém partes inter-relacionadas, e é, em algum sentido, um conjunto completo em si mesmo. A definição precisa de um sistema estabelece que se deve

²⁰ DE ROSNAY, J. *Le microscope*. Vers une vision globale. Editions du Seuil, 1975.

considerá-lo como entidade *discreta e isolada*, para que possa ser analisado. Assim, ao ser delimitado, o sistema constitui conjunto unitário, completo (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Em se tratando de sistemas abertos, por definição, deve-se considerar que estes se encontram incorporados em conjuntos maiores, mantendo conexões de matéria e energia, que constituem o seu *universo* (ou “ambiente”, ou “sistema global”). Em sentido amplo, o universo é composto de todas as partes do mundo externo dentro do qual o sistema existe e que se integra com ele.

Os limites do sistema, portanto, devem distinguir entre os elementos componentes do sistema delimitado e os elementos pertencentes ao universo (diferenciando condições que se apresentam no limite do sistema e condições de contorno, respectivamente). O universo compreende o conjunto de elementos e fenômenos ou processos que, através de suas mudanças e dinamismo, apresentam repercussões no sistema focalizado, e também de todos os fenômenos e eventos que sofrem alterações e mudanças por causa do comportamento do referido sistema particular. Portanto, deixar fora dos limites do sistema não significa, necessariamente, desconsiderar.

Para GARCIA (2000), é inevitável estabelecer “partições” ou impor limites mais ou menos arbitrários para poder definir o sistema que se pretende pesquisar. Nesse sentido, surgem dois problemas estreitamente relacionados:

- definir os limites de tal forma que se reduza ao mínimo a arbitrariedade na partição que se adote;
- definir a forma de considerar as inter-relações do sistema delimitado com o universo, ou seja, definir a influência daquilo que fica “fora” sobre o que fica “dentro” do sistema, e vice-versa.

Segundo CHRISTOFOLETTI (1979, p. 4-5),

para o nível de tratamento, a noção de limiar significa a separação entre duas classes de sistemas, estabelecendo a distinção entre uma categoria de menor amplitude e outra mais abrangente. Desta maneira, a determinado nível de tratamento podemos distinguir e analisar diversos sistemas classificados na mesma posição hierárquica.

1.2.2 Elementos ou unidades

O elemento corresponde a uma unidade básica do sistema, um componente. Os componentes de um sistema não são independentes na medida em que se determinam mutuamente, ou seja, sendo o conceito de sistema essencialmente funcional, é a integração funcional que torna os elementos participantes dos sistemas.

Da mesma forma que o sistema delimitado, o elemento pode ser considerado uma unidade discreta e isolada que, analisado em escala maior, pode vir a constituir um **sub-sistema**, com seus componentes próprios, estrutura e relações funcionais específicas, formando sub-unidades dentro da unidade maior (o sistema em estudo), mantendo relações funcionais com outros sub-sistemas ou elementos dentro do sistema estudado, ou com o universo. Cada sistema funciona em relação ao sistema maior como um elemento, enquanto ele próprio é, em si mesmo, um (sub)sistema. Em um sistema, a noção de limiar significa um nível de separação entre dois subsistemas, funcionando como critério demarcador.

Assim, é importante determinar a **escala** de análise quando se quer caracterizar os elementos de determinado sistema. Em determinado nível de tratamento, as unidades são indivisíveis e consideradas como entidades. Se passarmos para outra escala analítica, a unidade pode passar a ser considerada como um sistema particular, no qual deveremos estabelecer componentes e relações.

Os elementos que constituem o sistema são componentes que possuem vários **atributos** ou propriedades que caracterizam os parâmetros desse sistema, e que se referem às qualidades atribuídas aos elementos ou ao sistema, a fim de caracterizá-los. Em outras palavras, para cada elemento (ou para cada relação) discernido no sistema, podem ser relacionadas numerosas *variáveis*, passíveis de mensuração, expressando *qualidades* ou *atributos*. As *variáveis* podem se referir a número, tamanho, composição, densidade dos fenômenos observados no campo, forma, arranjo espacial, fluxos, intensidades, taxas de transformação ou outros. Não se analisa ou mede o sistema, como um todo, ou os seus elementos; a mensuração incide sobre as qualidades atribuídas aos elementos e ao sistema (GONDOLO, 1999; CHRISTOFOLETTI, 1979).

GONDOLO (1999) diferencia **componentes estruturais** - são aqueles que constituem a parte estática do sistema, a que se mantém – e **componentes operacionais** - constituem a parte dinâmica do sistema; são os elementos de importação ou de entrada do sistema, elementos dos processos de transformação e elementos de exportação ou de saída do sistema.

1.2.3 Relações e fluxos

Os elementos integrantes do sistema encontram-se inter-relacionados, uns dependendo dos outros, através de ligações que denunciam os fluxos. A própria definição de sistema mostra que é a relação que existe entre as coisas que permite realmente conhecê-las e defini-las. Fatos ou elementos isolados são abstrações no sistema, e o que lhes dá concretude é a

relação que mantêm entre si. A interação, por sua vez, caracteriza-se pela combinação de fluxos de matéria, energia e informação²¹ (SANTOS, 1997b; ASMUS, 2003).

No estudo da composição e fluxos do sistema, deve-se abordar *matéria* (material que vai ser mobilizado através do sistema) e *energia* (que são as forças que fazem o sistema funcionar, gerando a capacidade de realizar trabalho). Os fluxos de matéria e de energia em um sistema processam-se através de canais de comunicação, muitas vezes não claramente delineados, mas que estabelecem relações entre os elementos do sistema ou com o universo. No transcorrer desses fluxos pode ocorrer que parcelas da massa e da energia fiquem armazenadas em diversos setores do sistema, por lapsos de tempo diversos, constituindo reservas ao funcionamento do sistema.

Em se tratando de sistemas abertos, os fluxos entre o sistema e o universo evidenciam as **entradas** (*input*) – constituídas por aquilo que o sistema recebe – e as **saídas** (*output*) – as entradas recebidas pelo sistema sofrem transformações em seu interior, e depois são encaminhadas para fora; todo produto fornecido pelo sistema representa um tipo de saída. O mesmo conceito pode ser adotado dentro do sistema delimitado, constituído por subsistemas que possuem entradas e saídas.

Uma vez delimitado um sistema, portanto, é possível determinar, em relação aos subsistemas existentes (ou do sistema em relação ao universo), subsistemas:

- antecedentes ou controlantes: compreende o conjunto de fenômenos e eventos que, através de suas mudanças e dinamismo, influenciam o (sub)sistema focalizado, atuando como condicionadores;
- subseqüentes ou controlados: correspondem aos (sub)sistemas que sofrem alterações por causa do comportamento do sistema em estudo (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Dentro de cada subsistema deve haver um *regulador* que trabalhe a fim de repartir o *input* recebido de matéria ou energia em dois caminhos: armazenando-o (ou depositando) ou fazendo-o atravessar o subsistema e tornando-o um *output* do referido subsistema.

O encadeamento entre esses subsistemas ou sistemas em seqüência, ou mesmo nos sistemas controlados, não é, necessariamente, linear; através do mecanismo de **retro-alimentação** ou **realimentação**, os subsistemas subseqüentes podem voltar a exercer influências sobre os antecedentes, numa perfeita interação entre o sistema. O mesmo é válido no que se refere ao sistema e todo o universo.

²¹ “Informação é termo que designa o conteúdo daquilo que permutamos com o mundo exterior ao ajustar-nos a êle, e que faz com que nosso ajustamento seja nele percebido” (WIENER, 1973, p. 17).

A identificação da **realimentação** ocorreu a partir da cibernética, que se desenvolveu a partir da década de 40, paralelamente ao desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy. Essa descoberta teve grande contribuição na compreensão de relações e fluxos, pois identificou a **auto-regulação**.

Segundo WIENER²² (1973, p. 61), “a realimentação é um método de controle de um sistema pela reintrodução, nêle, dos resultados de seu desempenho pretérito.”

A realimentação consiste no arranjo circular de elementos ligados por vínculos causais, no qual uma causa inicial se propaga ao redor das articulações do laço, de modo que cada elemento tenha um efeito sobre o seguinte, até que o último ‘realimenta’ o efeito sobre o primeiro elemento do círculo, estabelecendo a relação entre realimentação e causalidade circular. A consequência desse arranjo é que a primeira articulação (entrada) é afetada pela última (saída), o que resulta na auto-regulação de todo o sistema, o que o permite se manter em um estado de equilíbrio dinâmico. A causalidade circular num laço de realimentação não implica o fato de que os elementos no sistema físico correspondente estão arranjos num círculo; são padrões abstratos de relações embutidos em estruturas físicas ou nas atividades dos organismos vivos (CAPRA, 2000).

Os ciberneticistas distinguem dois tipos de realimentação: a de auto-equilibração, ou negativa (quando uma influência causal provoca mudança no sentido contrário no elemento seguinte, por exemplo: aumentando A, diminui-se B), e a de auto-reforço, ou positiva (quando uma influência provoca mudança no mesmo sentido, p. ex., aumentando A, aumenta-se B)

Em qualquer sistema complexo, portanto, existem muitos circuitos de relações entre os elementos componentes, tanto positivos como negativos. Da mesma maneira, um mesmo elemento pode participar de vários circuitos de retroalimentação, tornando-se mais difícil e complexa a tarefa de discernir “as causas” que interferem no seu comportamento.

CHRISTOFOLETTI (1979) ressalta que um mecanismo de retroalimentação não deve possuir um valor de explicação, mas representa um processo cuja descrição e discernimento são questões básicas nas pesquisas realizadas sob a abordagem sistêmica; não deve perder de vista a existência de dois atributos importantes:

- a mudança de um subsistema só pode influenciar outro subsistema depois de ultrapassar um valor limiar, de modo que o circuito, em seu todo, possa atuar de modo intermitente;

²² WIENER, um dos pais da cibernética, era professor de matemática do Instituto de Tecnologia de Massachussets (M.I.T.), e no livro *Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos* defende a tese de que a sociedade, como sistema complexo, só pode ser compreendida através de um estudo das mensagens e das facilidades de comunicação de que dispõe, e ressalta a importância dos fluxos de informação na organização de um sistema.

- os circuitos podem modificar o seu caráter genético à medida que o processo evolui.

Para GARCIA (2000), o fator mais importante que se deve ter em conta no estudo dos fluxos (de matéria, de energia, de informação,...) é a sua velocidade de mudança. Mudanças muito lentas com respeito a uma determinada escala de tempo, podem ser representadas, em primeira aproximação, como constantes. Se, ao contrário, as condições variam ou flutuam significativamente nesta escala, é necessário estudar minuciosamente essas variações, uma vez que elas podem determinar reorganizações mais ou menos profundas do sistema no seu conjunto.

Para PRIGOGINE e STENGERS (1984), os sistemas que se encontram abertos a um fluxo de matéria e energia estão formados por inúmeras unidades em interação e a manutenção de sua organização é possível graças a uma série de ritmos intrincados e sincronizados, mecanismos não lineares de interação que dão lugar à formação espontânea de estruturas coerentes.

Discutindo classificação de sistemas, CHRISTOFOLETTI (1979) cita 11 tipos de sistemas distinguidos por CHORLEY e KENNEDY (1971)²³, dos quais destaco:

- sistemas morfológicos – compostos pela associação das propriedades físicas dos fenômenos; correspondem às formas sobre as quais se podem escolher diversas variáveis a serem medidas;

- sistemas em seqüência ou cascata – são compostos por cadeia de subsistemas. O posicionamento dos subsistemas é contíguo, e nesta seqüência a saída (*output*) de matéria e energia de um subsistema torna-se a entrada (*input*) de outro;

- sistemas de processos-respostas – representam a combinação dos sistemas morfológicos e em seqüência, onde a ênfase está entre identificar as relações entre o processo e as formas existentes;

- sistemas controlados – apresentam a atuação do homem sobre os sistemas de processos-respostas, como agente modelador e regulador do sistema. Nesses sistemas, a complexidade é aumentada (p. 19):

Quando se examina a estrutura dos sistemas de processos-respostas, verifica-se que há certas variáveis chaves, ou *válvulas*, sobre as quais o homem pode intervir para produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em seqüência e, conseqüentemente, influenciar nas formas que com ele estão relacionadas.

²³ CHORLEY, R. J., KENNEDY, B. A. *Physical Geography: a Systems Approach*. Prentice Hall Inc. Co., Londres, 370 pp. 1971.

Assim, a atuação humana passa a ser veículo que estimula mudanças na dinâmica do conjunto, pois sua atuação interfere, controla e modifica o input e output da matéria e energia que circulam no sistema, o que traz, como consequência, alterações nas suas estruturas e dinâmica (GIOMETTI, 1998).

No transcorrer do fluxo pelos sistemas, em cada subsistema há transformações entre o padrão e a qualidade de entrada recebida e o padrão e a qualidade da saída. Essas transformações são responsáveis pelo surgimento de novos processos e pela elaboração de novas formas.

SANTOS (1997b) cita diferentes tipos de relações identificadas por HARVEY (1969)²⁴: seriais (sobretudo de causa e efeito, criando-se uma série de ações até que o primeiro “elemento causador” seja modificado), paralelas (quando um elemento provoca diversas ações ou modificações em relações pré-existentes entre outros elementos) e em *feedback* (quando ocorrem modificações nos elementos a partir de sua própria estrutura interna, ou seja, “existir é mudar”).

Mas o autor ressalta (p. 15):

A verdade é que, seja qual for a forma de ação, entre as variáveis ou dentro delas, não se pode perder de vista o conjunto, o contexto. (...)... quando uma variável muda o seu movimento, isso remete imediatamente ao todo, modificando-o, fazendo-o outro, ainda que, sempre e sempre, ele constitua uma totalidade. Sai-se de uma totalidade para chegar à outra, que, também, se modificará. É por isso que a partir desse impacto “individual” ou de uma série de impactos “individuais”, o todo termina por agir sobre o conjunto dos elementos formadores, modificando-os. Isso nos permite dizer que na verdade não há relação direta entre elementos dentro do sistema, exceto de um ponto de vista puramente mecânico ou material. O valor real, isto é, o significado dessa relação, é somente dado pelo todo.

A partir disso, Santos afirma que a noção de causa e efeito é uma simplificação, e que cada variável dispõe de duas modalidades de “valor”: uma relacionada às suas características próprias, técnicas e funcionais, e outra dada pelas características sistêmicas.

1.2.4 Estruturas

A palavra “estrutura” vem do latim *struere*, “construir”.

²⁴ HARVEY, D. *Explanation in Geography*. Londres: E. Arnold, 1969.

A **estrutura** de um sistema resulta da união do conjunto de relações e parâmetros do sistema, ou seja, a *estrutura* é constituída pelos *elementos* e suas *relações*, e expressa o arranjo de seus componentes.

No pensamento sistêmico, a estrutura é o padrão de inter-relações entre componentes-chave do sistema. Isso inclui, além da hierarquia e dos fluxos de processos, opiniões e percepções, a qualidade dos produtos, os modos como se tomam decisões, e centenas de outros fatores. Como nos diz SENGE (1999, p. 84),

... estruturas em sistemas não são necessariamente construídas conscientemente. Elas são construídas a partir das escolhas que as pessoas fazem consciente ou inconscientemente, ao longo do tempo.

A descrição da estrutura envolve a descrição dos componentes físicos efetivos do sistema – suas formas, composições químicas, e assim por diante. Corresponde, em parte, à incorporação física da organização do sistema.

Para GARCIA (2000), a estrutura deve ser levada em consideração já na delimitação do sistema, pois os limites devem ser estabelecidos de tal forma que aquilo que se vai estudar apresente certa forma de organização - *estrutura*. Como a estrutura está, por sua vez, determinada por um conjunto de relações (e não pelos elementos), o sistema deve incluir aqueles elementos entre os quais se podem detectar as relações mais significativas. Os outros elementos não são considerados. Assim, um grande número de propriedades de um sistema é determinado por sua estrutura, e não por seus elementos: as propriedades dos elementos determinam as relações entre eles e, conseqüentemente, a estrutura, mas as propriedades dos elementos e as propriedades das estruturas correspondem a dois níveis de análises diferentes.

O autor afirma ainda que a identificação das propriedades da estrutura do sistema em um período dado adquire importância fundamental no estudo da *evolução* do sistema, pois são as propriedades estruturais que determinam sua estabilidade ou instabilidade em relação às perturbações que ocorrem. A instabilidade está associada aos processos de desestruturação e reestruturação do sistema. São esses processos, e não a estrutura, que constituem o objetivo fundamental de análise. Trata-se, pois do estudo da *dinâmica* do sistema, e não do estudo de um *estado* em determinado momento. As estruturas não são consideradas como formas rígidas em condições de equilíbrio estático, mas como um conjunto de relações dentro de um *sistema organizado* que se mantém em condições estacionárias (para certas escalas de fenômenos e escalas de tempo) mediante processos dinâmicos de regulação.

Assim, o estudo das estruturas dos sistemas não apenas inclui a historicidade, mas a explica. O estudo da estrutura de um sistema tem *hoje* como tema central – e *hoje* inclui os

últimos 20-30 anos – o estudo dos mecanismos de estruturação e desestruturação, que permite analisar quando e como se transforma uma estrutura. Nisto consiste a *evolução histórica* de uma totalidade (assunto ao qual retornaremos pouco adiante, no item *Estruturas dissipativas*).

Ainda segundo GARCIA (2000), o conceito de **estabilidade estrutural** é de singular importância no estudo da evolução de sistemas; conduziu a aprofundar o tipo de relações causais que operam em tais mecanismos. Nos sistemas complexos podem-se distinguir processos de diferentes níveis, vinculados entre si por relações estruturais, e cuja interação não é mecânica nem linear, como ocorre em situações de *estruturas imbricadas*, geralmente com diferentes escalas de fenômenos e com dinâmicas distintas. Cada estrutura de um nível dado forma parte de um subsistema do sistema de nível superior. As relações causais entre estes subsistemas com estruturas imbricadas não podem ser reduzidas a ações mecânicas.

Esquemáticamente, as relações estruturais poderiam ser resumidas da seguinte forma: as perturbações provenientes de um subsistema, quando excedem um certo limite, põem em ação mecanismos do nível seguinte. Estes últimos obedecem a uma dinâmica própria que pode atuar como reguladora, contrapondo a perturbação, ou pode desencadear processos que reorganizam a estrutura. O efeito que se obtém sobre a estrutura de segundo nível está regido por suas condições de estabilidade e não guarda relação direta com as perturbações que o originaram (causa) e que somente desencadearam o processo. O autor afirma que o estudo da evolução dos sistemas deve ser abordado como um problema de estruturas imbricadas.

1.2.5 Organização e auto-organização

Que é a organização? Numa primeira definição: a disposição de relações entre componentes ou indivíduos, que produz uma unidade complexa ou sistema, dotada de qualidades desconhecidas ao nível dos componentes ou indivíduos. A organização liga de modo inter-relacional, elementos ou acontecimentos ou indivíduos diversos que, a partir daí, se tornam os componentes dum todo. Garante solidariedade e solidez relativa a estas ligações, e portanto garante ao sistema uma certa possibilidade de duração apesar das perturbações aleatórias. Portanto a organização: *transforma, produz, liga, mantém*. (MORIN, 1977, p. 101)

Para SANTOS (1997b), a organização pode ser definida como um conjunto de normas que regem as relações de cada variável (elemento) com as demais, e existe, exatamente, para prolongar a vigência de uma dada função, de maneira a lhe atribuir uma continuidade e regularidade. Assim, as variáveis ou os elementos estão ligados entre si por uma organização que pode funcionar a diferentes escalas, segundo os seus diversos elementos ou suas frações.

No mesmo sentido, MORIN (1989, p. 309) afirma que a idéia de organização ativa é sinônimo de reorganização permanente.

Toda a reorganização permanente é, ao mesmo tempo, por um lado regeneração permanente, no sentido em que insufla ser e existência, por outro lado recorrência no sentido em que produz aquilo que é necessário à sua própria produção. ... Esta raiz RE aparece-nos, logo ao primeiro olhar, com uma riqueza espantosa. Comporta simultaneamente: a idéia de repetição (redobramento e multiplicação); a idéia de recomeço e de renovação; a idéia de reforço; a idéia de comunicação/conexão entre aquilo que de outro modo estaria separado (como em religar, reunir).

A organização, desta forma, atua como *produtora de uma unidade complexa*, e nesta “produção” ocorre a criação de novas estruturas e de novos modos de comportamento no processo auto-organizador, no processo de desenvolvimento, de aprendizagem e de evolução, o que implica, novamente, em *dinâmica* do sistema.

Para CAPRA (2000), esta é uma característica dos modelos de auto-organização: criação de novas estruturas e modos de comportamento. Outra característica é que se tratam sistemas abertos que operam afastados do equilíbrio. Uma terceira característica é que há interconexidade não linear dos componentes do sistema.

O autor trata de **padrões de organização**, que correspondem a configurações de relações características de um sistema particular, e que podem ser reconhecidos através de laços de realimentação. Para entender um padrão, é necessário mapear uma configuração de relações. Em outras palavras, a estrutura envolve quantidades, ao passo que o padrão envolve qualidades. O padrão de organização de qualquer sistema é a configuração de relações entre os componentes do sistema que determinam as características essenciais do sistema. Sua descrição envolve um mapeamento abstrato de relações.

A **auto-organização**, característica intrínseca aos sistemas abertos, também foi, inicialmente, uma contribuição dos ciberneticistas que, na década de 50, descobriram a emergência espontânea de uma ordem – a própria auto-organização.

Analisando modelos posteriores, CAPRA (2000, p. 80) conclui que

a auto-organização é a emergência espontânea de novas estruturas e de novas formas de comportamento em sistemas abertos, afastados do equilíbrio, caracterizados por laços de realimentação internos e descritos matematicamente por meio de equações não-lineares.

A auto-re-organização, característica de sistemas complexos, nos leva a discutir o que é complexidade e nos leva à teoria das estruturas dissipativas.

1.3 SISTEMAS COMPLEXOS E ESTRUTURAS DISSIPATIVAS

Todo o sistema integra e organiza diversidade na unidade. Assim, diversidade, organização e complexidade fazem parte de um mesmo triângulo (MORIN, 1983).

A complexidade em um sistema, conforme abordado por diferentes autores, como GONDOLO (1999), BRANCO (1989), CHRISTOFOLETTI (1979), pode ser vista como:

- *heterogeneidade*, quando um sistema se caracteriza por uma grande variedade de componentes, arrançados segundo diferentes níveis hierárquicos e interconectados por uma variedade de ligações funcionais e estruturais, comportando múltiplos níveis de organização e auto-organização;

- *dificuldade de descrição*, quando não se conhece ou não se compreende um sistema, apesar de ter um conhecimento global que nos faz reconhecer e nomear esse sistema;

- *não-linearidade*, quando as relações entre diferentes componentes ou subsistemas não obedecem a funções lineares.

O complexo, portanto, pode se referir a cada um desses aspectos, ou a todos conjuntamente.

Essas características da complexidade podem levar à noção de “complicação”. No entanto, MORIN (1983) chama a atenção para o fato de que *complexidade* não é *complicação*:

... a palavra *complexidade* é muitas vezes sinônimo de complicação, isto é, de uma tal imbricação de ações, interações, que nem o espírito humano nem o computador extremamente potente poderiam medir, ou mesmo discernir, os elementos e os processos desta teia emaranhada.

Mas a complexidade não se reduz à complicação. É qualquer coisa de mais profundo É o problema da dificuldade de pensar, porque o pensamento é um combate com e contra a lógica, com e contra as palavras, com e contra o conceito. (p. 14)

A complicação pode ser concebida como uma noção estritamente quantitativa para designar a imbricação de uma grande quantidade de interações, mas pode ser contornada pelo método dito da caixa negra, que permite conhecer os *outputs* a partir dos *inputs* sem saber o que se passa no interior. Quando se trata de complexidade, o interessante é o que se passa no interior... e acontece um *output* que não era previsível a partir dos *inputs*. (p. 130-131).

E afirma:

... a complexidade é a união da simplicidade e da complexidade: é a união dos processos de simplificação que são a seleção, a hierarquização, a separação, a redução, com os outros

contraprocessos que são a comunicação, a articulação do que está dissociado e distinto. É o escapar à alternativa entre o pensamento redutor que só vê os elementos e o pensamento globalista que só vê o todo. (...) a complexidade não é apenas a união da complexidade e da não-complexidade (a simplificação); que a complexidade reside precisamente na relação entre o simples e o complexo, porque esta relação é simultaneamente antagônica e complementar. ... A complexidade é a dialógica ordem/desordem/organização. (p. 102-104)

A união da complexidade e da simplicidade é um processo ativo em anel, ... não é um *cocktail*. Há processos necessários em qualquer pensamento: distinguir e unir... É por isso que simplificar e complexificar são processos e contraprocessos. (p. 130)

GONÇALVES (1989) também chama a atenção para a discussão entre o todo e as partes, entre o reducionismo e o holismo, quando afirma que, com a Teoria Geral dos Sistemas, passou-se a ver “o *todo* em toda parte e não as particularidades de cada sistema. ... Ficamos, pois, diante de um novo reducionismo: o do todo, o *sistemismo*” (p. 60).

No sistemismo, morre o *indivíduo*. MORIN (1989, p. 333), tratando dos seres vivos, fornece uma lista daquilo que “mata o indivíduo” – entre outros, cito: o princípio da generalidade simples que bane o indivíduo; o princípio da objetividade simples, que não concebe a categoria do sujeito; o determinismo simples, que não concebe a autonomia e a auto-determinação; o acaso simples, que só arranca o indivíduo ao determinismo simples para fazer dele uma partícula “brownóide”; a estatística simples, que patenteando uma nova realidade empírica (a população), impõe uma nova realidade lógica (a média), na qual o indivíduo torna-se unicamente um afastamento e um desvio.

Não se pode, portanto, em nome do *todo*, esquecer-se do indivíduo, da *parte*. O todo só faz sentido e existe porque é composto por partes (que interagem), e as partes só têm sentido no todo. Mesmo porque, como nos diz novamente MORIN (1989, p. 249),

Toda a unidade complexa é simultaneamente uma e compósita. O uno, embora irreduzível enquanto todo, não é uma substância homogênea, e comporta aleatoriedade, cisão, negatividade, diversidade, antagonismo (virtuais ou atuais).

Ainda em “A vida da vida”, ao perguntar o que é “complexidade”, MORIN (1989, p. 333) fornece diferentes traços característicos: apresenta organização; o objeto ou sistema complexo não pode ser concebido independentemente do seu ambiente, o qual participa da sua definição interna permanecendo exterior; a causalidade é complexa, com retroações, policausalidades,...; todo o processo produtor-de-si obedece a um princípio organizador complexo de caráter recorrente, cujos efeitos ou produtos são necessários à sua própria (re)geração; paradoxos, incertezas, imprecisão, no limite contradições, surgem da descrição

e da explicação complexas. Acrescenta: a complexidade traz uma *nova ignorância*; os fenômenos complexos comportam processos não só complementares, mas também concorrentes e antagônicos que, por sua vez, podem participar complementarmente de uma unidade complexa; a problemática do pensamento complexo não é eliminar, mas trabalhar com o paradoxo, a incerteza, a desordem, postula a reorganização dos princípios do conhecimento.

CHRISTOFOLETTI (1999) afirma que a ciência da complexidade busca princípios comuns que fundamentam os diversos sistemas considerados complexos. Esses sistemas

... possuem diversas características comuns: são sistemas que apresentam diversos elementos constituintes, possuem uma desordem estrutural intrínseca, as características assíncronicas e aleatórias das interações resultam em comportamento caótico dos processos. (...) No caso de sistemas abertos, a **dinâmica** desenvolve-se em espectro de configurações possíveis, que não estão caracterizados por escalas temporais e espaciais precisas. (p. 3, grifo meu)

O mesmo autor, em outra obra (1979), ressalta a diversidade elevada de elementos nos sistemas complexos como importante característica no seu comportamento: é essa diversidade elevada, com graus de liberdade, que possibilita ao sistema reagir de forma variada a diferentes estímulos, mostrando sua dinâmica.

Assim, segundo as situações que ocorrem, as organizações complexas são capazes não só de modificar os “estados” do sistema, proceder a adaptações de superfície ou de forma, mas também de modificar a sua própria estrutura. “É toda a organização que se transmuta e se transforma, e assim transmuta e transforma o próprio sistema” (MORIN, 1989, p. 297).

Em sistemas dinâmicos abertos complexos, distantes do equilíbrio devido às fontes externas intensamente interativas, o comportamento complexo manifesta-se através da possibilidade do surgimento de novos padrões ordenados. Essa noção nos leva a tratar de estruturas dissipativas, teoria formulada por Prigogine e colaboradores a partir da década de 70.

1.3.1 Estruturas dissipativas

A teoria de Prigogine interliga as principais características das formas vivas num arcabouço conceitual e matemático coerente, que implica uma reconceitualização radical de muitas idéias fundamentais associadas com estrutura – uma mudança de percepção da estabilidade para a instabilidade, da ordem para a desordem, do equilíbrio para o não-equilíbrio, do ser para o vir-a-ser. No centro da visão de Prigogine está a coexistência de

estrutura e mudança, de ‘quietude e movimento’... (CAPRA, 2000, p. 149).

As idéias de auto-regulação e auto-organização foram incorporadas por Prigogine quando, estudando sistemas abertos a partir da termodinâmica dos processos irreversíveis, formulou a teoria das *estruturas dissipativas*, onde são identificados mecanismos que são comuns nos mais diversos sistemas e que correspondem a propriedades estruturais²⁵.

Os sistemas abertos dependem de seu ambiente que é variável e infere fluxos flutuantes que mantém o sistema longe do equilíbrio, mas ordenado (conforme será detalhado no item seguinte). Surge, assim, a noção de *estrutura dissipativa* que “constitui de fato a tradução singular dos fluxos que a nutrem” – segundo afirmação de PRIGOGINE e STENGERS (1991, p. 134) que, em outro ponto de “A Nova Aliança”, escreve (p. 114):

... *estrutura dissipativa*, cujo nome traduz a associação entre a idéia de ordem e a de desperdício, tendo sido escolhido de propósito para exprimir o fato fundamental novo: a dissipação de energia e de matéria – geralmente associadas à idéia de perda de rendimento e de evolução para a desordem – torna-se, longe do equilíbrio, fonte de ordem; a dissipação está na origem do que se pode muito bem chamar de novos estados da matéria.

Nas estruturas dissipativas, os sistemas se mantêm num estado estável – o *estado estacionário* – afastado do equilíbrio, permitindo combinar “dissipação” – mudança, e “estrutura” – estabilidade e ordem^{26 27}.

1.3.1.1 Estado estacionário e ordem por flutuação

Sistemas abertos (auto-organizados) muitas vezes carecem de limites bem definidos e, por definição, dependem do seu ambiente, realizam trocas com o meio externo (condições de contorno, ambiente); não são estáticos, nem possuem estrutura rígida. O ambiente é variável, e os fluxos que mantém o sistema longe do equilíbrio são flutuantes; estão sempre funcionando perante flutuações no fornecimento de matéria e energia; estão submetidos a

²⁵ Segundo GARCIA (2000), a teoria das estruturas dissipativas unifica os sistemas que pertencem ao domínio das mais diversas disciplinas, sem ser reducionista; estuda os fenômenos dentro de seu próprio domínio, com suas características específicas; descobriu mecanismos comuns aos mais diversos sistemas. Estes mecanismos permitem dar sentido ao estudo da evolução dos sistemas globais complexos, considerados como uma totalidade, apesar da heterogeneidade da sua composição que inclui elementos físicos, químicos, biológicos e sociais. A teoria evidencia, ainda, mecanismos profundos que regem as transformações de um sistema.

²⁶ Segundo GONDOLO (1999), a ordem, nos sistemas, pode aparecer como *confiabilidade* (quando o sistema permanece ou retorna ao mesmo estado macroscópico após alterações aleatórias em seus elementos) ou como *regularidade* (quando existe regularidade no tempo e no espaço), sendo que o conceito de ordem não pode ser entendido como algo eterno em suas leis e ordenação.

²⁷ Interessante notar que BERTALLANFY (1973, p. 115), em relação aos sistemas abertos, escreveu: “... terão de ser feitos esforços no sentido da criação de princípios como os de mínima ação, condições de soluções estacionárias e periódicas (equilíbrios e flutuações rítmicas), existência de estados estáveis e problemas semelhantes em forma generalizada com respeito à física e válidos para os sistemas em geral.”

perturbações que podem ser de várias escalas, tanto de caráter exógeno (modificações das condições de contorno), quanto endógeno (modificações de alguns parâmetros que determinam as relações dentro do sistema). Essas flutuações, no entanto, não implicam em desordenamento do sistema (GARCIA, 2000; PRIGOGINE e STENGERS, 1991).

Segundo PRIGOGINE e STENGERS (1991, p. 133-134),

Do ponto de vista da modelização, só muito recentemente se pôde mostrar que flutuações de origem externa, tal como as de origem interna, podem engendrar novas estruturas; em determinadas circunstâncias precisas, o ruído, a perturbação aleatória das condições aos limites, pode por conseguinte tornar-se fonte de ordem. Essa sensibilidade dos estados de não-equilíbrio, não apenas às flutuações engendradas por sua atividade interna, mas também às dos fluxos que os constituem, do meio no qual estão mergulhados, confirma essa idéia de que a estrutura dissipativa constitui de fato a tradução singular dos fluxos que a nutrem.

A *ordem por flutuação* corresponde a uma ordem cuja fonte é constituída pelo *não-equilíbrio*, e contempla as noções de história, de estrutura e de atividades funcionais. Corresponde ao aparecimento de um *centro atrativo* e é característico de *estruturas dissipativas*.

Inicialmente, porém, é necessário definir “estado estacionário”. No sistema, o ajuste interno pode permitir absorção das flutuações dentro de determinada amplitude, sem que o estado seja modificado, sem transformação da sua estrutura. Quando as flutuações ocorrem nessa faixa de amplitude, quando as perturbações são amortecidas ou incorporadas ao sistema, quando as condições de contorno sofrem pequenas variações com respeito a um valor médio e o sistema se mantém estabilizado perante essas oscilações, dizemos que se encontra em *estado estacionário* (“steady state”) ou *estável*.²⁸

O estado estacionário não é imutável, mas representa o comportamento em torno de determinada amplitude de variação. A escala temporal representa o melhor critério para verificar a estabilidade ou instabilidade do sistema. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 67)

²⁸ É importante salientar que *estado estacionário* difere de *equilíbrio*. O “equilíbrio” de um sistema representa o ajustamento completo das suas variáveis internas às condições externas; isso significa que as formas e os seus atributos apresentam valores dimensionais de acordo com as influências exercidas pelo ambiente, que controla a qualidade e a quantidade de matéria e energia a fluir pelo sistema. Podem existir, portanto, sistemas em equilíbrio que se encontram em estado estacionário. O “estado estacionário”, no entanto, não é indicador de equilíbrio estático, mas sim de um “equilíbrio dinâmico”, e o sistema é considerado como mais estável quando apresenta pouca flutuação ou recupera-se rapidamente após uma interferência externa (CHRISTOFOLETTI, 1979, 1999; GARCIA, 2000). Ressalta-se, ainda, que a concepção de estruturas dissipativas parte da possibilidade de permanência de um sistema no estado estacionário longe do equilíbrio estático.

Embora muito diferente do equilíbrio, portanto, esse estado pode ser estável ao longo de extensos períodos de tempo, sendo que, em sistemas abertos, a dissipação torna-se uma fonte de ordem.

CHRISTOFOLETTI (1999) realça dois aspectos relacionados à estabilidade:

- a resistência, que representa a capacidade do sistema em permanecer sem ser afetado pelos distúrbios externos, sendo também chamada de inércia;

- a resiliência, que reflete a capacidade do sistema em retornar às suas condições originais após ser afetado por distúrbios externos.

O autor também afirma que há uma diferença entre ultra-estabilidade e estabilidade, sendo que o primeiro reside na existência de mecanismo regulador de reserva que só atua quando a realimentação operando regularmente se mostra inadequada para controlar a poderosa influência exterior.

1.3.1.2 Flutuações e mudanças

No estado estacionário, o sistema absorve perturbações, que representam flutuações. PRIGOGINE e STENGERS (1991) explicitam que uma flutuação não pode invadir de uma só vez o sistema inteiro. Ela deve estabelecer-se primeiro numa área. E, conforme essa área inicial for ou não menor que uma dimensão crítica, a flutuação regressa, é absorvida, ou pode, ao contrário, invadir todo o sistema.

Quando o sistema não pode absorver a perturbação, flutuando em torno de valores médios, ele torna-se instável e ocorre uma ruptura na sua estrutura. Nesse momento, chamado *ponto de bifurcação*²⁹, ocorre um “evento catastrófico”, no sentido de que o sistema se movimenta de um estado inicial de estabilidade para uma fase dramática de reorganização³⁰. O ponto de bifurcação consiste em um momento na evolução do sistema no qual aparece subitamente um forqueamento, e o sistema se ramifica em uma nova direção; é um ponto

²⁹ Em sistemas que não obedecem a um comportamento linear, a não-linearidade implica em diferentes possibilidades. Matematicamente, quanto mais alta for a não-linearidade, maior será o número de soluções possíveis. Isso significa que o sistema encontrará, num determinado momento, um ponto de bifurcação, no qual ele poderá se ramificar num estado inteiramente novo e assumir novo comportamento. “Um ponto de bifurcação é um limiar de estabilidade no qual a estrutura dissipativa pode se decompor ou então imergir num dentre vários novos estados de ordem.” (CAPRA, 2000, p. 156).

³⁰ MORIN (1977, p. 47), citando Thom (1972), chama a atenção para o fato de que “o termo catástrofe deve ser considerado não só no seu sentido geofísico e geoclimático tradicional”, mas como sendo “mudança/ruptura de forma em condições duma singularidade irreduzível”, e afirma que a catástrofe comporta a idéia de acontecimento e de cascatas de acontecimentos. O autor chama a atenção para o fato de que “catástrofe” inclui a idéia de desordem, e a ruptura e desintegração de uma forma antiga constitui o próprio processo constitutivo da nova forma, conforme já pudemos constatar no item anterior. Esta noção “contribui para fazer compreender que a organização e a ordem do mundo se identificam no e pelo desequilíbrio e a instabilidade.”

crítico, de grande instabilidade no sistema. Em outras palavras, no ponto de bifurcação, o sistema torna-se caótico, apresentando extrema sensibilidade às condições iniciais. Mudanças diminutas no estado do sistema, nesse ponto, podem levar, ao longo do tempo, a conseqüências em grande escala – o que é chamado “efeito borboleta”. Portanto, quando em estado caótico, pequenas influências podem determinar o novo estado estacionário a ser assumido pelo sistema.

E é a partir desse momento que *atratores*³¹ podem desaparecer ou se converter uns nos outros, ou novos atratores podem aparecer subitamente, fazendo surgir uma nova ordem, uma nova organização, atingindo um novo estado estacionário.

Nas “estruturas dissipativas”, portanto, Prigogine incluiu a idéia de pontos de instabilidade nos quais novas estruturas e novas formas de ordem surgem. Ou seja, na evolução dessas estruturas, que possuem comportamento não linear, novas situações, imprevisíveis, podem emergir a qualquer momento, e a idéia de catástrofe identifica-se com o conjunto do processo metamórfico de transformações desintegradoras e criadoras. Assim, ordem e desordem, e acaso e necessidade nutrem-se um do outro produzindo sistemas organizados, onde ordem-desordem-organização estão permanentemente interagindo, e, de um comportamento aparentemente aleatório e errático, surge o atrator – configuração preferencial de comportamento do sistema.

O momento de ruptura, portanto, ocorre quando um evento de entrada ultrapassa o limiar compatível com a organização do sistema, provocando profunda alteração, e o sistema tende a se reajustar, se reorganizar, estabelecendo nova estrutura e assumindo novos aspectos. As emergências que aparecem tornam-se os elementos de base de um novo patamar organizacional, que produz novas organizações e emergências. Nesse reajuste, o sistema pode voltar ao estado semelhante ao precedente ou atingir estado estacionário em novo posicionamento (GARCIA, 2000; MORIN, 1989).

³¹ Segundo PRIGOGINE e STENGERS (1991, p. 108), os atratores correspondem “às ‘preferências’ da natureza, de suas tendências...”. CAPRA (2000, p. 114) mostra que há três tipos de atratores: puntiformes, correspondentes a sistemas que atingem um equilíbrio estável; periódicos, correspondentes a oscilações periódicas; e atratores estranhos, que correspondem a sistemas caóticos. O autor conta que Ueda, no final da década de 60, observou que, em um oscilador caótico, cada movimento é único, no entanto, os pontos desenhados no espaço não estão distribuídos aleatoriamente, e juntos formam um padrão complexo, altamente organizado. A partir daí, constatou-se que um sistema pode ter inúmeras variáveis, mas seu movimento pode estar restrito a um atrator estranho de poucas dimensões, o que representa um alto grau de ordem. Nesse sentido, verificou-se que comportamento caótico não significa movimento errático. Com a ajuda de atratores estranhos, pode-se fazer uma distinção entre a mera aleatoriedade, ou “ruído”, e o caos. O comportamento caótico é determinista e padronizado, e os atratores estranhos nos permitem transformar os dados aparentemente aleatórios em formas visíveis distintas.

A reorganização exige do sistema uma readaptação, cujo tempo é variável. Segundo CHRISTOFOLETTI (1979), CHORLEY e KENNEDY (1971)²³ consideram que o tempo de readaptação é controlado por quatro fatores principais:

- a resistência oferecida às mudanças pelos componentes individuais do sistema, com seus diferentes tempos de reação e de readaptação;
- a complexidade do sistema, envolvendo o número de componentes e a frequência e natureza dos seus relacionamentos;
- a magnitude e a direção do evento entrada, que pode reforçar a tendência de mudança existente no próprio sistema ou contrário a ela;
- o ambiente de energia do evento entrada oferecido ao sistema. As rápidas flutuações ocorridas no evento podem ser filtradas por subsistemas do ambiente a fim de manter tendências mais simples no decorrer do fluxo.

Segundo PRIGOGINE e STENGERS (1991, p. 132),

quanto mais complexo é um sistema, maiores são as possibilidades de, em qualquer caso, certas flutuações serem perigosas. Houve quem perguntasse como é possível que conjuntos da complexidade das organizações ecológicas ou humanas possam manter-se e como escapam eles ao caos permanente. É provável que nos sistemas muito complexos, em que as espécies ou os indivíduos interagem de maneira muito diversificada, a difusão, a comunicação entre todos os pontos do sistema seja igualmente muito rápida. Nesse caso, o limiar de nucleação muito elevado das flutuações perigosas assegura uma certa estabilidade ao sistema. Assim, a rapidez da comunicação é que determinaria a complexidade máxima que a organização de um sistema pode atingir sem se tornar demasiado instável.

SANTOS (1997b, p. 17) salienta que uma ação externa sobre um sistema “é apenas um detonador, um vetor que traz para dentro do sistema um novo impulso, mas que por si só não tem condições para valorizar esse impulso”, e que

um mesmo impulso externo tem uma repercussão diferente segundo o sistema em que se encaixou (...) As diferenças de resultado são dadas pelas condições locais próprias, que agem como modificador do impacto externo.

Portanto, a evolução de um sistema, após ter passado pela instabilidade, pode variar. O caminho tomado pelo sistema, por sua vez, depende da *história anterior* do sistema, evidenciando a importância do processo histórico em sistemas desse tipo, bem como de *condições no momento em que o sistema atinge o ponto de bifurcação*, condições essas que não podem ser previstas, muitas vezes pequenas flutuações, conferindo imprevisibilidade às estruturas dissipativas. Por isso, o que num dado momento é desvio insignificante em relação

a um comportamento normal pode, noutras circunstâncias, ser fonte de crise e de renovação (PRIGOGINE e STENGERS, 1991).

A desestabilização que leva à ruptura pode ocorrer devido aos acontecimentos externos ou internos de alta intensidade e curta duração, ou mesmo quando pequenos distúrbios levam o sistema às “fronteiras da estabilidade”, até ultrapassá-las. Pode ocorrer de condições de contorno se modificarem e manterem-se constantes, atuando continuamente sobre o sistema até desestabilizá-lo, ou de as instabilidades e os saltos para novas formas de organização serem resultado de flutuações amplificadas por laços de realimentação positivos dentro do sistema.

Isso mostra que, em sistemas não-lineares, até mesmo pequenas mudanças, dependendo do momento em que ocorrem, podem ter efeitos dramáticos e imprevisíveis, pois podem ser amplificadas repetidamente por meio de realimentação de auto-reforço. Segundo PRIGOGINE e STENGERS (1991, p. 107), “esses processos de realimentação não-lineares constituem a base das instabilidades e da súbita emergência de novas formas de ordem, tão típicas da auto-organização.”

Assim, um comportamento coerente emerge de maneira espontânea em pontos críticos de instabilidade afastados do equilíbrio, em momentos caóticos, resultando em desenvolvimento e em evolução do sistema.

Em se tratando de estruturas dissipativas, sendo as descrições do estado estacionário médias por definição, uma questão posta por PRIGOGINE e STENGERS (1991) é a do limiar a partir do qual um conjunto de interações individuais pode produzir um efeito singular em nível da população.

As características e dinâmica de sistemas complexos vistas até o momento podem ser visualizadas no estudo do espaço, através da análise de sistemas espaciais como sistemas complexos, onde a interação de diferentes elementos produz e expressa estrutura e organização sujeitas a flutuações e mudanças ao longo da história do sistema.

1.4 SISTEMAS ESPACIAIS COMO SISTEMAS COMPLEXOS

Há reconhecimento consensual sobre a existência de sistemas complexos na evolução da matéria..., na evolução dos seres vivos ..., na evolução da sociedade... e na economia, por exemplo. Ao lado dessas categorias há que reconhecer a existência de sistemas complexos expressos pelas organizações espaciais (sistemas geográficos), nos quais a espacialidade na superfície terrestre torna-se característica inerente e fundamental. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 3)

1.4.1 Sistemas espaciais

Os sistemas ambientais representam entidades organizadas na superfície terrestre, de modo que a espacialidade se torna uma das suas características inerentes. A organização desses sistemas vincula-se com a estruturação e funcionamento de (e entre) seus elementos, assim como resulta da dinâmica evolutiva. Em virtude da variedade de elementos componentes e dos fluxos de interação, constituem exemplos de *sistemas complexos espaciais*. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 35)

A análise de sistemas em geografia nos remete à noção de *geografia + sistemas = geossistemas*. Os sistemas possuem uma configuração expressa na superfície terrestre, e as características de seus elementos apresentam espacialidade e variabilidade espacial; é desta noção que emergem os sistemas espaciais, ou “geossistemas”.

MONTEIRO (1996 e 2001), apontando os trabalhos de Sotchava (em obra publicada em 1960) e de Bertrand (obra de 1968) como fundamentais na revelação do conceito de ‘geossistema’, afirma que geossistema é uma concepção teórica de efetiva integração nas diferentes esferas que compõem o escopo do geográfico, em suma, um novo ‘paradigma’, advinda de uma preocupação geográfica integradora dos fatos, que visava não apenas aproximar as diferentes esferas do “natural” em um contexto anterior de especialização dentro da própria Geografia, mas de facilitar o entrosamento com os fatos “sociais” ou “humanos”. GONZÁLEZ (1991) cita ainda, como fundamental, obra publicada em 1967 na Grã-Bretanha, por Studart, e afirma que as décadas de 50 e 60 foram o ponto de partida para estabelecer conexões entre a geografia e o enfoque sistêmico.

MONTEIRO (2001) aborda “‘geossistemas’ como meio de percepção de qualidade ambiental, ‘sugerindo manchas’ dotadas de alguma *solidariedade espacial*, plasmada sobretudo pela ação humana” (p. 102). Afirma que “a modelização dos geossistemas à base de sua dinâmica espontânea e antropogênica e do regime natural a elas correspondente visa, acima de tudo, promover uma maior integração entre o natural e o humano” (p. 47).

O geossistema pode ainda ser visto como uma unidade espaço-temporal³² básica onde se produzem complexos mecanismos de interação do processo impacto-mudança-consequência dentro do sistema do meio ambiente (CAME, 1981³³ apud GONZÁLEZ, 1991). Possibilita, portanto, delimitar espacialmente um sistema abarcando inúmeros e diversos componentes e processos, demonstrando uma dinâmica própria. E, segundo FIGUEIRÓ (1997), é esta dinâmica de cada geossistema, fruto de relações singulares que se estabelecem diferenciadamente em lugares distintos, que constitui a mais importante característica da unidade geossistêmica, visto que só pode ser determinada a partir do entendimento dos diferentes processos que ocorrem naquele espaço, ao longo do tempo.³⁴

Assim, através do conceito de *geossistema*, a noção de sistema é incorporada aos estudos geográficos da paisagem, passando essa a ser considerada como um sistema aberto. Esse conceito inclui todos os elementos da paisagem como um modelo global, territorial e dinâmico, aplicável a qualquer paisagem concreta, de qualquer tamanho (SOTCHAVA, 1963³⁵ apud BOLOS, 1992); corresponde, pois, a uma aplicação direta da teoria dos sistemas, a um conceito territorial, a uma unidade espacial bem delimitada e analisada a uma dada escala (BEROUTCHACHVILI e BERTRAND, 1978).

MONTEIRO (2001), citando LOPEZ e LOPEZ (1986)³⁶, afirma que paisagem geográfica pode ser vista como uma “entidade morfológico-funcional”, ou seja, como uma unidade constituída de elementos, fatores e fenômenos, conduzidos basicamente sob um “poder governante”, em um determinado contexto espacial temporal.

As unidades de paisagem (cujos limites são difíceis de precisar, já que têm um espectro taxonômico variado) ocupam um determinado espaço e duram um certo tempo e a existência é condicionada pelo funcionamento de seus elementos e governado por um deles que assumiu essa liderança de força condutora... (p. 94).

Pouco adiante, o autor cita que

³² Cada geossistema se define por uma sucessão de estados dentro do tempo. Cada estado corresponde a uma estrutura e a funcionamento, gerando uma certa situação no espaço. Isso significa que não é possível separar aspecto temporal do aspecto espacial (BEROUTCHACHVILI e BERTRAND, 1978, p. 173).

³³ CAME. *Recommended methodology and methods of economic and non economic assessment of the impact of human activity on the environment*. Secretariat CMEA, Moscú, 26 pp.

³⁴ A partir da idéia de dinâmica do geossistema, dois conceitos assumem importância: o *funcionamento* e o *comportamento* do geossistema. O primeiro refere-se ao conjunto de transformações ligadas à entrada de matéria e energia no geossistema, em um determinado momento, o que permite a identificação do seu ‘estado atual’, o que significa ‘captar o arranjo’ das diferentes variáveis em um determinado momento do espaço e do tempo. Já o comportamento refere-se à sucessão de diferentes estados em um período de tempo dado (FIGUEIRÓ, 1997).

³⁵ SOTCHAVA, V. B. *Introducción a la teoría de los geosistemas*. Novo Sibirsk: Ed. Nauka, 318 p. 1963.

³⁶ LOPEZ, S., LOPEZ, M. L. T. *The functional morphological entity of the geographical landscape*. In: RICHTER, H., SCHONFELDER, G. *Landscape synthesis: part I – geocological foundations*. Halle Wittenberg: Martin Luther Universitat, 1986. p. 105-114.

... a paisagem é vista de um modo bem mais dinâmico porquanto não ignora as relações ecológicas, seus *feed-back* e interações, de modo a configurar um verdadeiro sistema onde as áreas pertinentes à paisagem, estão muito além das formas e aparências assumidas pelos elementos, sendo capazes, até mesmo de provocar importantes reações em áreas distintas. E isto, em grande parte, decorre do fato que: *o homem é considerado na paisagem como qualquer outro elemento ou fator constituinte do sistema paisagem (geossistema?) por que ele desempenha aqui um papel realmente ativo.* (p. 97-98)

O conceito de *geossistema*, entretanto, é objeto de divergências na literatura.

CHRISTOFOLETTI (1999) afirma que

... os geossistemas, também designados como sistemas ambientais físicos, representam a organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza (clima, topografia, geologia, águas, vegetação, animais, solos). É o campo da ação da Geografia Física. (p. 37).

Mais adiante, insiste:

... a Geografia é a disciplina que estuda as *organizações espaciais*. (...) A Geografia Física, como subconjunto da disciplina Geografia, preocupa-se com o estudo da organização espacial dos *sistemas ambientais físicos*, também denominados de *geossistemas*. (p. 41)

No entanto, essa concepção de geossistema como sistema ambiental físico que envolve elementos “físicos e biológicos da natureza” é de difícil entendimento, pois, como cita o mesmo autor,

Para Sotchava, a principal concepção do geossistema é a conexão da natureza com a sociedade, pois embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais influenciando sua estrutura e particularidades especiais são levados em consideração durante sua análise (SOTCHAVA, 1977). Sotchava salienta que os geossistemas são sistemas dinâmicos, flexíveis, abertos e hierarquicamente organizados, com estágios de evolução temporal, numa mobilidade cada vez maior sob a influência do homem. (...) BERTRAND (1972) define geossistema como ‘situado numa determinada porção do espaço, sendo o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 42)

Geossistemas, portanto, podem ser considerados como organizações com expressão espacial, dos quais o homem é parte integrante, assim como é parte integrante do “ambiente”. Esta concepção está mais em acordo com o que o próprio autor cita na mesma página 42:

O geossistema resultaria da combinação de um potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia), uma exploração biológica (vegetação, solo, fauna) e uma ação antrópica, não apresentando, necessariamente, homogeneidade fisionômica, e sim um complexo essencialmente dinâmico.

Enfim, CHRISTOFOLETTI (1999, p. 43-44) afirma que

MONTEIRO (1978) considera que o geossistema constitui um 'sistema singular, complexo, onde interagem os elementos humanos, físicos, químicos e biológicos, e onde os elementos sócio-econômicos não constituem um sistema antagônico e oponente, mas sim estão incluídos no funcionamento do sistema.' Nesta proposta surge a possibilidade de se confundir-la com a abrangência da organização espacial. Nos geossistemas, os produtos do sistema sócio-econômico entram como inputs e interferem nos processos e fluxos de matéria e energia, repercutindo inclusive nas respostas da estruturação espacial geossistêmica. [...] Portanto, na perspectiva holística de análise dos sistemas ambientais físicos não se pode excluir o conhecimento provindo dos estudos sobre os sistemas sócio-econômicos, considerando os seus componentes e processos, sem omitir o estudo sobre o comportamento e a tomada de decisões políticas.

Sob esse aspecto, “a ação integrada do homem com o meio define as características que individualizam o geossistema” (O GEOSSISTEMA, 199_ apud FIGUEIRÓ, 1997), o que demonstra uma óptica antropocêntrica na conceituação do geossistema.

Efetivamente, com diferenças desde seu surgimento, o conceito de geossistema sofre constante evolução.

Georges Bertrand, em entrevista à revista Geosul, afirma que para construir o “geossistema” utilizou várias fontes, e relata sucintamente sua história em busca desta construção contínua, mostrando-se surpreso por ver que no Brasil seu primeiro trabalho, de 1972, ainda é muito utilizado. Bertrand ressalta não apenas a definição espacial, mas também a dimensão temporal desses sistemas, onde “o tempo não é mais utilizado simplesmente como um período, para medir um período, para dizer isso dura uma hora, isso dura um século; mas o tempo torna-se um processo” (ENTREVISTA..., 1998, p. 150).

Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro conta sua experiência com geossistemas em “Geossistemas: a história de uma procura” (MONTEIRO, 2001), mostrando o processo de construção deste conceito.

MONTEIRO (1996, p. 78) afirma que “mais de três decênios (35 anos de 1960 a 1995) são passados e a idéia dos ‘geossistemas’ continua em progressão”. BEROUTCHACHVILI e BERTRAND já afirmavam, em 1978, que:

Tem havido uma tendência em minimizar o impacto antrópico que deverá, entretanto, mais e mais freqüentemente, ser um dos

motores essenciais da evolução dos geossistemas. A metodologia geral deverá, certamente, ser repensada em função dessa antropização generalizada dos geossistemas terrestres.

Segundo GONZÁLEZ (1991), a partir de 1968, Saushkin³⁷ passou a utilizar o termo “geossistema” integrado pelo sistema natureza-economia-população, mas sem conotação espacial. Em 1971, Kobrinski e Mijaieva³⁸ expõem que o geossistema corresponde à interação entre natureza, economia e população como subsistemas inter-atuantes e que possui uma forma de manifestação espacial. Segundo a autora, existem dois grupos de conceitos de geossistemas: um que considera os subsistemas natureza-economia-população, e outro que considera somente os componentes naturais ou os elementos da natureza (como visto por Sotchava, em 1963³⁹).

Assim sendo, sem a intenção de traçar uma discussão maior sobre “geossistema” ou paisagem e sobre a evolução desses conceitos, adotar-se-á o termo GEOSSISTEMA para expressar a noção de sistema espacial formado por características fisiográficas e pela sociedade-atuação antrópica, retomando, desta forma, sua concepção fundamental: a de corresponder a uma teoria “integradora dos fatos”, a um “veículo de compreensão das alterações naturais e derivações antropogênicas”, conforme cita MONTEIRO (2001, p. 54).

1.4.2 Sociedade no espaço (segundo Milton Santos)

Para o geógrafo, não existe sociedade sem espaço, nem espaço sem sociedade. Para CORRÊA (1986), a objetivação do estudo da sociedade pela geografia faz-se através de sua *organização espacial*, e a organização espacial é vista como a própria sociedade espacializada.

Destacando a “sociedade no espaço”, SANTOS (1997b) afirma que “*a essência do espaço é social*”.

Nesse caso, o espaço não pode ser apenas formado pelas coisas, os objetos geográficos, naturais e artificiais, cujo conjunto nos dá a Natureza. O espaço é tudo isso, mais a sociedade: cada fração da natureza abriga uma fração da sociedade atual. (p. 1)

Em “A natureza do espaço”, SANTOS (1997a) define o espaço como “um conjunto indissociável de sistemas de objetos e de sistemas de ações” (p. 18). A partir dessa noção, o autor afirma que “podemos reconhecer suas categorias analíticas internas. Entre elas, estão a

³⁷ SAUSHKIN, Y. G. The cultural landscape. *Soviet. Geogr.*, 9 (7): 562-569, 1968.

³⁸ KOBINSKI, A. V., MIJAEVA, G., N. Sistemas em Geografia. [em russo]. *Notic. Acad. Cien. URSS, ser. Geogr.*, (2):18-23.1971.

³⁹ SOTCHAVA, V. B. La aplicación de la teoría de sistemas a la Geografía. [em russo]. *Notic. Acad. Cien. URSS, ser. Geogr.*, (5):9-14. 1963.

paisagem, a configuração territorial, a divisão territorial do trabalho, o espaço produzido ou produtivo, as rugosidades e as formas-conteúdo” (p. 19).⁴⁰

No geossistema, segundo MONTEIRO (2001, p. 89-90), pode ser enfatizada a articulação de fatos sócio-econômicos:

a antropização do geossistema, pela compreensão do geossistema, pela compreensão daquilo que se substancia concretamente na paisagem (geossistema) como os usos (agrícolas) edificações (urbano, industrial, tecnológica) e derivações importantes no sítio (represas, aterros, grandes desmatamentos, etc., etc.). Se estas são coisas que se concretizam no sistema há forças poderosas de dinamização processual que entram na causalidade socioeconômica (fluxos de capitais, de inovações, etc.).

SANTOS (1997b) afirma que os diversos elementos⁴¹ do espaço estão em relação uns com os outros: homens e firmas, homens e instituições, firmas e instituições, homens e infra-estruturas, etc. Essas relações são generalizadas, e ...

... não são entre as coisas em si ou por si próprias, mas entre suas qualidade e atributos. Por isso, pode-se dizer que formam um Verdadeiro Sistema. Tal sistema é comandado pelo modo de produção dominante nas suas manifestações à escala do espaço em questão. Isso coloca de imediato o problema histórico. (p. 14)

Discutindo a evolução de sistemas espaciais e fatores que a determinam, na mesma obra Santos afirma que “o processo de evolução da totalidade do espaço dependente ou de uma de suas frações supõe confronto, às vezes um conflito, entre fatores *externos* e *internos*” (p. 77).

E salienta:

... o vetor externo só ganha um valor específico como conseqüência das condições do seu impacto, mas também sabemos que o chamado movimento interno das estruturas ou as relações entre elas não são independentes de leis mais gerais. É por essa razão que cada lugar constitui na verdade uma fração do espaço total, pois só esse espaço total é objeto da totalidade das relações exercidas dentro de uma sociedade, em um dado momento. Cada lugar é objeto apenas de algumas dessas relações “atuais” de uma dada sociedade e, através de seus movimentos próprios, apenas participa de uma fração do movimento social total. (p. 18)

⁴⁰ “O espaço será visto em sua própria existência, como uma forma-conteúdo, isto é, como uma forma que não tem existência empírica e filosófica se a considerarmos separadamente do conteúdo e um conteúdo que não poderia existir sem a forma que o abrigou” (SANTOS, 1997a, p. 22).

⁴¹ Para SANTOS, os elementos do espaço são os homens, as firmas, as instituições, o chamado meio ecológico e as infra-estruturas (1997b, p. 6).

Mais adiante, SANTOS (1997b), referindo-se aos fatores internos, explica que “sua definição pode ser dada como sendo a do conjunto de variáveis tal qual estão *presentes* na área em questão.” O autor, então, diferencia *escala do lugar* e *escala de estudo*, afirmando que “esta última é, em muitos casos, dada *externamente*, em função da escala em que, de fato, atuam as variáveis estudadas.” (p. 77)

Cada lugar, pois, se caracteriza por um certo arranjo de variáveis, arranjo espacialmente localizado e, de certa maneira, espacialmente determinado. Esta é uma das formas como os lugares se distinguem uns dos outros. Mas, esse arranjo está sempre mudando, com ou sem influxo de fatores externos. As combinações localizadas são dinâmicas e se fosse possível conceber um ponto isolado no espaço global, ele continuaria a evoluir e, dentro de algum tempo, não mais seria o mesmo. O interno não é, pois, um conceito imutável. ... Em qualquer circunstância, mas sobretudo no espaço transformado, o *interno* aparece como a *internalização* do externo. ... O *externo*, porém, nem sempre se internaliza completamente. (SANTOS, 1997b, p. 77-78)

E complementa: “A internalização do externo, a renovação do antigo a serviço das forças de mercado não seria possível sem o apoio, ainda que não deliberado, do Estado” (p. 80).

Essas idéias do autor são também expressas em “A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção”, outra obra de sua autoria (SANTOS, 1997a).

1.4.2.1 Estrutura, processo, função e forma

Tratando dos conceitos de espaço e sociedade, logo no início de seu livro Espaço e Método, Milton SANTOS (1997b) afirma que, no espaço,

...temos, paralelamente, de um lado, um conjunto de objetos geográficos distribuídos sobre um território, sua *configuração geográfica* ou sua *configuração espacial* e a maneira como esses objetos se dão aos nossos olhos, na sua continuidade visível, isto é, a paisagem; de outro lado, o que dá vida a esses objetos, seu princípio ativo, isto é, todos os processos sociais representativos de uma sociedade em um dado momento. Esses *processos*, resolvidos em *funções*, se realizam através de *formas*. Estas podem não ser originalmente geográficas, mas terminam por adquirir uma expressão territorial. Na verdade, sem as formas, a sociedade, através das funções e processos, não se realizaria. (p. 2)

E, mais adiante explicita:

Um conceito básico é que o espaço constitui uma realidade objetiva, um produto social em permanente processo de transformação. O espaço impõe sua própria realidade; por isso a

sociedade não pode operar fora dele. ... a sociedade... dita a compreensão dos efeitos dos processos (tempo e mudança) e especifica as noções de forma, função e estrutura,... (p. 49)

Para compreender a organização espacial e sua evolução – a evolução da “totalidade social espacializada”, é necessário pois interpretar a relação dialética entre estrutura, processo, função e forma. Estas são as categorias analíticas que permitem a compreensão da totalidade social em sua espacialização, e podem ser definidas conforme segue abaixo (segundo SANTOS, 1997b e CORRÊA, 1986).

A **forma** é o aspecto visível de uma coisa, o aspecto exterior, referindo-se ao arranjo ordenado de objetos que passam a constituir um padrão espacial. É um aspecto da realidade, a sua aparência, e “pode ser imperfeitamente definida como uma estrutura técnica ou objeto responsável pela execução de determinada função”. Sua essência aparece nos processos e funções que emanam da estrutura, pois as formas surgem dotadas de certos contornos e finalidades-funções. Assim, “cada padrão espacial não é apenas morfológico, mas, também, funcional” (SANTOS, 1997a, p. 77).

A **função** sugere uma tarefa ou atividade de uma forma, pessoa, instituição ou coisa, ou seja, é a tarefa, atividade ou papel a ser desempenhado pelo objeto criado. O aspecto exterior – forma – desempenha uma atividade – função. Não se pode dissociar forma e função no estudo da organização espacial. “Na medida em que *função é ação*, a interação supõe interdependência funcional entre os elementos. Através do estudo das interações, recuperamos a totalidade social, isto é, o espaço é como um todo e, igualmente, a sociedade como um todo.” (SANTOS, 1997b, p. 7)

A **estrutura** implica a inter-relação de todas as partes de um todo; o modo de organização ou construção. É o modo como os objetos estão organizados; refere-se não a um padrão espacial, mas à maneira como estão inter-relacionados entre si, sem exterioridade imediata (diferente da forma). É, por exemplo, a natureza social e econômica de uma sociedade em um dado momento do tempo. A estrutura revela-se como uma forma, sendo esta última mais facilmente analisada, pela sua visibilidade, do que a própria estrutura.

O **processo** é uma ação que se realiza continuamente, desenvolvendo-se em direção a um resultado qualquer, implicando tempo (continuidade) e mudança. Os processos ocorrem dentro de uma dada estrutura social e econômica. Processo é uma estrutura em seu movimento de transformação. O tempo–processo é uma propriedade fundamental na relação entre forma, função e estrutura, pois é ele que indica o movimento do passado ao presente.

SANTOS (1997b, p. 2) afirma que “a ação é inerente à função, e condizente com a forma que a contém: assim, os processos apenas ganham inteira significação quando corporificados.”

A partir da estrutura social e econômica, podemos considerar as inter-relações entre estrutura, processo, função e forma. Uma dada estrutura social e econômica possui seus processos intrínsecos que demandam funções a serem cristalizadas em formas espaciais.

Considerados em conjunto e relacionados entre si, forma, função, estrutura e processo

constroem uma base teórica e metodológica a partir da qual pode-se discutir os fenômenos espaciais em totalidade. (...) devem ser estudados concomitantemente e vistos na maneira como interagem para criar e moldar o espaço através do tempo. (SANTOS, 1997b, p. 52).

Considerando que a totalidade é um conceito abrangente, cabe fragmentá-la em suas partes constituintes para um exame mais restrito e concreto.

Num dado tempo, num momento discreto, esses ingredientes analíticos podem ser vistos em termos de forma, função e estrutura. Mas ao longo do tempo, deve-se acrescentar a idéia de *processo*, agindo e reagindo sobre os conteúdos desse espaço. A dimensão do tempo histórico, quando variados fatores têm uma maior ou menor duração ou efeito sobre a área considerada, proporciona uma compreensão evolutiva da organização espacial. (SANTOS, 1997, p. 51)

Assim, estrutura, processo, função e forma constituem categorias analíticas que representam o verdadeiro movimento da totalidade, o que permitirá fragmentá-la para em seguida reconstruí-la.

Segundo CORRÊA (1986), a partir da compreensão das relações entre estrutura, processo, função e forma, pode-se, sem receio de cair no empirismo, iniciar o estudo da organização espacial de uma sociedade em um determinado momento de sua história pelas suas formas.

Nesse sentido, SENGE (1999), citando a obra *Belonging to the Universe*, afirma que os autores explicam as transformações envolvidas na mudança do pensamento linear para o pensamento sistêmico, o que implica na mudança de ver coisas como estruturas para vê-las como processos: “uma árvore não é um objeto, mas uma expressão de processos, tal como a fotossíntese, que ligam o sol e a terra” (p. 90).

Sem a intenção de resgatar, a partir da obra de BUCKLEY (1971), a discussão entre diferentes modelos de “sistemas sociais”⁴² que tentavam, sobretudo na década de 60, incorporar noções de sistemas, ressalto alguns aspectos:

1. as estruturas representam resultados finais temporários de processos de acomodações, ajustamentos e conflitos interpessoais;
2. a sociedade possui conjuntos assaz estáveis de normas, valores, etc., alternativos, diversos, contrários, bem como vasta área de ambigüidades e comportamento coletivo não institucionalizado, de todos os graus e matizes;
3. “sistemas” socioculturais podem abarcar largas diversidades e incompatibilidades, embora se mantenham surpreendentemente persistentes por longos períodos;
4. “sistemas” socioculturais são adaptáveis: são inerentemente elaboradores e modificadores de estruturas, mudando-as continuamente como adaptações a condições internas e externas.

BUCKLEY (1971) chama a atenção para o fato de que um estado estacionário não deve ser identificado com a estrutura particular do sistema, pois, no intuito de manter esse estado, o sistema pode precisar alterar sua estrutura particular.

1.4.3 O espaço como um sistema que se modifica

Toda vez que ocorre transformação do estado do sistema, passando de um equilíbrio para outro, em virtude de um estímulo exterior, verifica-se uma fase ou etapa na história do sistema. As transformações ao longo da escala temporal assinalam a evolução do sistema. (CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 73)

O espaço (visto como um “sistema espacializado”) evolui, segundo SANTOS (1997a), através da interação entre sistemas de objetos e sistemas de ações.

O espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único no qual a história se dá. (p. 51)

O espaço é um sistema complexo, em permanente evolução. É “formado, de um lado, pelo resultado material acumulado das ações humanas através do tempo, e, de outro lado, animado pelas ações atuais que hoje lhe atribuem um dinamismo e uma funcionalidade” (SANTOS, 1997a, p. 85). É um sistema de estruturas, submetido em sua evolução à evolução

⁴² BUCKLEY (1971) referiu-se e discutiu os modelos mecânico, orgânico, de processos, entre outros, abordando discussões sobre equilíbrio, estruturas e processos. Desses, buscou-se citar apenas alguns pontos considerados importantes para o sistema em estudo, sem entrar na área sociológica em profundidade.

de suas próprias estruturas, e esta evolução resulta da ação de fatores externos (princípio da ação externa) e de fatores internos (pelo princípio do intercâmbio entre subsistemas que provoca uma evolução interna do todo, ou pela evolução particular de cada parte ou elemento do sistema tomado isoladamente) ao sistema.

Para SANTOS (1997a), os lugares se criam e se recriam a cada movimento da sociedade, e o seu motor é a divisão do trabalho, “encarregada de transportar aos lugares um novo conteúdo, um novo significado e um novo sentido” (p. 21). Nessa dinâmica, modificam-se estruturas, formas, processos e funções no sistema.

Desprezando o papel do processo e da função, perde-se a história – uma “totalidade em movimento”, perdem-se os elementos dinâmicos de transformação que põem a estrutura em marcha, culminando na mudança ou permanência das formas espaciais (CORRÊA, 1986; SANTOS, 1997b). Segundo esse último autor (p. 49),

... sempre que a sociedade (a totalidade social) sofre uma mudança, as formas ou objetos geográficos (tanto os novos como os velhos) assumem novas funções; a totalidade da mutação cria uma nova organização espacial. Em qualquer ponto do tempo, o modo de funcionamento da estrutura social atribui determinados valores às formas. ... a estrutura varia conforme os tempos históricos.

É importante ressaltar, nessa citação, a referência à aquisição de novas funções por antigas formas. As mudanças estruturais não podem recriar todas as formas. O fato de muitas das formas construídas se transformarem em capitais fixos, apresentando ainda determinado nível de remuneração do capital investido, ou então um certo valor para a sociedade, explica a **força de inércia** que possuem (CORRÊA, 1986). Para SANTOS (1997b, p. 54):

A flexibilidade na construção de novas formas, quando a sociedade está passando por mudanças estruturais, decresce com o tempo, em decorrência da imobilidade inerente que por vezes caracteriza a forma preexistente.

Assim, as formas podem permanecer, mas suas funções são modificadas.

Muitas das formas são dotadas de certa flexibilidade que permite uma adaptação às exigências das novas funções criadas em momentos posteriores à sua origem. Assim, o moderno, a função, e o antigo, a forma, podem estar juntos, ao lado de funções e formas contemporâneas, tornando complexa a organização espacial.

Ainda para SANTOS (1997b),

a cada momento histórico cada elemento muda seu papel e a sua posição no sistema temporal e no sistema espacial e, a cada momento, o valor de cada qual deve ser tomado da sua relação com os demais elementos e com o todo. (p. 9)

O autor salienta que o objeto de análise é o *presente*, toda análise histórica é, apenas, o indispensável suporte à compreensão de sua produção. Buscar o passado é uma maneira de entender e definir o presente em vias de se fazer (o presente já completado pertence ao domínio do *passado*), permitindo surpreender o *processo* e, por seu intermédio, a apreensão das tendências, que podem permitir vislumbrar o *futuro* possível e as suas linhas de força.

A sucessão de sistemas é mais importante que a de elementos isolados. O espaço é resultado da geografização de um conjunto de variáveis, de sua interação localizada, e não dos efeitos de uma variável isolada.

O comportamento do novo sistema está condicionado pelo anterior. Alguns elementos cedem lugar, completa ou parcialmente, a outros da mesma classe, porém mais modernos; outros elementos resistem à modernização; em muitos casos, elementos de diferentes períodos coexistem. Alguns elementos podem desaparecer completamente sem sucessor e elementos completamente novos podem se estabelecer. O espaço considerado como um mosaico de elementos de diferentes eras, sintetiza, de um lado, a evolução da sociedade e explica, de outro lado, situações que se apresentam na atualidade.

A noção de espaço é assim inseparável da idéia de sistemas de tempo. A cada momento da história local, regional, nacional ou mundial, a ação das diversas variáveis depende das condições do correspondente sistema temporal. (SANTOS, 1997b, p.21-22).

Ainda, cada lugar atribui a cada elemento constituinte do espaço um valor particular.

A conseqüência de uma modernização é gerar um efeito de especialização, isto é, uma possibilidade de dominação. A especialização é responsável por uma polarização. Os subespaços mais modernizados e mais especializados tomam assim a posição de um pólo de difusão *vis-à-vis* outros subespaços. Isso se converte, dessa forma, no objeto de impactos de várias origens, de diversas ordens e significados. O subsistema correspondente a um subespaço dado é dependente de vários sistemas de categoria mais alta: estes últimos podem estar ligados entre si por laços de dependência ou podem simplesmente coexistir. ... Existe, assim, uma espécie de hierarquização de espaços e sistemas correspondentes. (p. 34)

Ao mesmo tempo em que os espaços produtivos conhecem especializações mais indiscutíveis, as disparidades regionais ganham uma natureza nova, são cada vez menos presididas pelas condições de aproveitamento direto das condições naturais e cada vez mais pelas possibilidades de aplicação da ciência e da técnica à produção e à circulação geral. (p. 40)

Serem “menos presididas”, no entanto, não significa que as condições fisiográficas possam ser ignoradas; estas condições podem se constituir em fatores limitantes para a aplicação de determinadas técnicas.

Mas, nesse contexto, devemos considerar que, como explana SCHEIBE (1997, p. 51),

se é verdade que os meios de produção dependem estreitamente das características naturais do mesmo – relevo, tipo de solo, clima, disponibilidade e qualidade da água, entre outros, é também verdade que, quanto mais desvinculada dessas características, mais sujeita fica a produção – e conseqüentemente a economia e a própria população – às variáveis externas, sobre as quais tem pouco ou nenhum controle a sociedade local.

Pode-se dizer, também aí, que a descoberta, ou a entrada em circulação de uma nova técnica ou de um novo produto rompe um eventual “equilíbrio” social, técnico ou econômico descrito pelo teto atingido pela curva de crescimento das técnicas ou dos produtos com os quais a inovação vai entrar em competição.

Para PRIGOGINE e STENGERS (2001, p. 137):

Em ecologia, como nas sociedades humanas, muitas inovações se impõem sem “nicho” prévio, transformando o meio onde aparecem e criando, à medida que se amplificam, as condições de sua multiplicação, o seu “nicho”. ... a inovação é certamente selecionada, mas por um meio que ela contribui para criar.

Milton Santos dá importante enfoque à técnica no livro “A natureza do espaço” (SANTOS, 1997a). Considera que a configuração territorial “é cada vez mais resultado de uma produção histórica e tende a uma negação da natureza natural, substituindo-a por uma natureza inteiramente humanizada” (p. 51), e que esse processo histórico se dá através da técnica, da presença de objetos técnicos, gerando um espaço com conteúdo extremamente técnico.

1.4.4 A bacia hidrográfica como (geos) sistema

Já em 1979, Christofolletti afirmava que

conceitos sistêmicos estão subentendidos em toda a análise morfométrica e topológica de redes fluviais, e as bacias hidrográficas começaram a ser focalizadas como unidades geomorfológicas fundamentais, (...) tendo em vista o funcionamento integrado de seus elementos. (CHRISTOFOLLETTI, 1979, p. XII)

Para MONTEIRO (2001),

Já que o geossistema é uma integração de vários elementos não parece lógico que os seus limites sejam conduzidos por uma curva de nível (relevo), por uma isoieta (clima), pelo limite (borda) de uma dada formação vegetal, etc, etc. Embora considerando que estas variações ou atributos possam **indicar ou sugerir, com maior peso, uma configuração espacial dos**

elementos do geossistema, desde que esse “emane” de uma integração, não é de esperar-se que isto seja uma regra. (p. 58, grifo meu)

A importância representada pela área delimitada por uma bacia hidrográfica⁴³ decorre desta expressar um conjunto representado por elementos diversos, como fisiográficos e antrópicos, o que possibilita a obtenção da visão global em sua área de abrangência. Os corpos d’água funcionam como um vaso de reação ou coletor de eventos de um amplo espectro de atividades e processos ao longo da bacia hidrográfica. Logo, a água de um manancial (e suas características físicas, químicas, biológicas e ecológicas), enquanto resultado da drenagem de sua bacia, encontra-se na dependência direta das ações (uso e ocupação) que se realizam no solo dessa bacia; problemas de quantidade (escassez de água) e qualidade dos corpos d’água estão intimamente relacionados às alterações que ocorrem na bacia. Assim, a bacia hidrográfica é apontada como uma unidade espacial que possibilita a compreensão de problemas ambientais, pois oferece subsídios necessários para a compreensão da organização e dinâmica dos fluxos de matéria e energia que por ela circulam (GIOMETTI, 1998; MACHADO, 2001).

Nesse sentido, a bacia hidrográfica pode ser considerada um geossistema, conceituado como uma determinada porção da superfície terrestre caracterizada por uma relativa homogeneidade⁴⁴ da sua estrutura, fluxos e relações, em comparação a áreas circundantes. Nesse caso, a ‘relativa homogeneidade’ é dada pelos fluxos d’água superficiais que definem fisiograficamente a bacia.

A bacia hidrográfica, enquanto geossistema, deve ser considerada como sistema espacial dinâmico e histórico, pois, conforme cita POSSAS (2001), ela é o testemunho de todo um processo geomorfológico em que relevo, solo, topografia, clima, vegetação e intemperismo interagem, e onde está guardado todo o processo histórico de ocupação com testemunhos pretéritos da intervenção humana, e da qual se pode, também, depreender formas integradas de ação presente e futura.

Assim, um sistema espacial pode ser delimitado, entre outros, pelo seu funcionamento, que engloba o conjunto das transformações ligadas à energia gravitacional e à circulação da

⁴³ Bacia hidrográfica é um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, onde se encontram alojadas cabeceiras ou nascentes, divisores de água, curso d’água principal, afluentes, subafluentes, e outros (GUERRA, 1989). A bacia hidrográfica é uma área representada por um determinado rio ou sistema fluvial, delimitada por divisor de água que a separa de outro sistema de igual hierarquia ou hierarquia superior, onde atuam os elementos naturais e antrópicos (BRANCO, 1989).

⁴⁴ FIGUEIRÓ (1997) afirma que um sistema homogêneo é um sistema cujas partes são ou estão solidamente e/ou estreitamente ligadas. Segundo o autor, é justamente esta característica de interligação entre os componentes de um mesmo sistema que representa a possibilidade de delimitação dos sistemas ambientais no espaço.

água, que, no rio, expressam processos diversos ocorridos na bacia hidrográfica, atuais e pretéritos. Considera-se, portanto, que em um sistema espacial,

existe interdependência de áreas mais ou menos vizinhas, que estão submetidas a certos elementos dinâmicos comuns. As bacias fluviais oferecem excelente exemplo disso. A dinâmica dessas bacias cria dependências mútuas entre suas diversas partes, principalmente por intermédio do fluxo da água e dos materiais carreados de diferentes maneiras, que definem a própria bacia (TRICART, 1977, p. 75).

A dinâmica dada a uma porção limitada do espaço, através do fluxo de água e as relações advindas desse fluxo têm levado à consideração da bacia hidrográfica como delimitação espacial ideal para inúmeros estudos e pesquisas desenvolvidos. A bacia hidrográfica pode ser considerada como uma “paisagem integrada”, que segundo ROSA (1995, p. 18), corresponde a uma “porção do espaço caracterizada por um tipo de combinação dinâmica de elementos geográficos diferenciados (...) que se interrelacionam”. Corresponde, pois, a um sistema espacial aberto, complexo e dinâmico.

1.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE SISTEMAS COMPLEXOS

Uma variável sozinha não define uma situação de mudança. Considerá-la como se estivesse mudando sozinha é falso. As mudanças atingem contextos, pois não há mudança que não seja contextual: a coisa, o fato, o homem, apenas existem e valem dentro de uma relação (SANTOS, 1997b, p. 81).

Discutidos os componentes e a dinâmica dos sistemas, torna-se necessário partir para a forma de analisá-lo a fim de responder à pergunta central do estudo.

GONDOLO (1999) sugere que, para caracterizar um sistema, é preciso explicitar os objetivos, finalidades ou propósito do sistema e a função, que vem a ser a ação desenvolvida para atingir esse objetivo e que envolve alteração ou transformação de material, energia ou informação.

Inicialmente devem ser definidos o sistema e o ambiente no qual se insere. Para diversos autores, uma das maiores dificuldades na análise de sistemas apresenta-se exatamente na delimitação do sistema, em identificar os elementos, seus atributos e suas relações, a fim de delinear com clareza a extensão abrangida pelo sistema em foco.

Segundo CHRISTOFOLETTI (1979),

quando decidimos qual o sistema a ser investigado, definindo os seus elementos e as suas relações, torna-se mais fácil delimitá-lo no espaço e distinguir as suas unidades componentes, interligadas pelas relações internas, e estabelecer os sistemas ambientais controlantes que atuam sobre o sistema através das relações externas. (p. 4)

É importante estabelecer uma definição precisa do sistema, de tal forma que permita sua operacionalidade a fim de que se possam estabelecer critérios para distinguir o que é o sistema e o que a ele pertence, tornando-o uma unidade discreta (CHRISTOFOLETTI, 1999).

GONDOLO (1999) cita, como possibilidade interessante de referência teórica, o sistema **sócio-técnico**. Desenvolvido pelo Instituto Tavistock de Londres, esse sistema estabelece relações entre tecnologia de produção e relações sociais.

O potencial teórico do sistema sócio-técnico permite estender sua aplicação para estabelecer relações causais entre a estrutura e a dinâmica do sistema. Assim, intervêm tanto aspectos do sistema em si como os valores dos habitantes envolvidos na proteção e nas relações sociais. (GONDOLO, 1999, p.66)

No que se refere à complexidade das relações, CHRISTOFOLETTI (1979) ressalta que o grau de complexidade dessas relações, assinalando processos e tempo de transformação entre entrada e saída, pode ser variável dependendo da focalização e do detalhamento desejado.

GARCIA (2000) ressalta que nenhum estudo pode abarcar a totalidade das relações ou das condições de contorno dentro de um sistema complexo (ainda que a proposta tenha sido falar da “totalidade”). Propõe, então, a adoção de **critérios de seleção** que devem considerar escalas de fenômenos e de tempo:

- escalas de fenômenos – os dados passíveis de observação que pertencem a diferentes escalas não devem misturar-se; agregar dados de uma escala inferior aos dados de uma escala superior não agrega informação, somente introduz “ruído”. Sem dúvida, as escalas interagem. O problema que se apresenta, então, é como estudar as interações – e não é possível enunciar regras gerais para abordar esse problema;

- escalas de tempo – em um estudo da dinâmica de um sistema é necessário analisar sua *história*. O período durante o qual se estuda a evolução depende da natureza do sistema e do objetivo do estudo, que visa responder ao que o autor denominou “*pergunta norteadora*”. Uma modificação relativamente lenta das condições no sistema pode produzir efeitos súbitos se ele se encontra próximo à instabilidade.

Para Milton Santos, a análise, qualquer que seja, exige uma periodização, e é tanto mais complexa e capaz de subdivisões quanto mais detalhada é a escala de estudo, pois “quanto *mais pequeno* o lugar examinado, tanto maior o número de níveis e determinações externas que incidem sobre ele. Daí a complexidade do estudo do *mais pequeno*” (SANTOS, 1997b, p. 3).

No que se refere à evolução dos sistemas, como os geossistemas, CHRISTOFOLETTI (1979) afirma que o tratamento histórico aplica-se a casos individuais, assinalando os acontecimentos verificados no geossistema especificado. E, ao se aplicar a descrição histórica, duas questões são relevantes:

a) o retrospecto histórico pode ser desenvolvido desde que haja remanescentes no sistema, denunciando as fases evolutivas; há que verificar a velocidade de transformação das formas, assinalando o período de inércia, isto é, o tempo que a forma leva para se transformar;

b) ao se transformarem, os geossistemas passam por diversos estados, e daí surgem diversas questões a serem respondidas: qual a categoria dos estados representativos do equilíbrio, assinalando o “estado estacionário”? Alcançar o estado estacionário é a finalidade básica do funcionamento do geossistema? Qual o tempo de readaptação necessário para que o sistema reestruture um novo estado de equilíbrio?

GARCIA (2000) sugere diferentes níveis de análise em função dos diferentes níveis de processos que ocorrem envolvendo os sistemas, com dinâmicas e atores diferentes:

- primeiro nível (local) – corresponde ao nível local, efeito local sobre o meio físico ou sobre a sociedade que o habita ou explora; contempla mudanças produzidas no meio físico, nos meios de produção, nas condições de vida e no sistema de relações socioeconômicas, associados a modificações no sistema produtivo de uma área. Em geral, estudos correspondentes ao primeiro nível constituem análises complexas de caráter diagnóstico, tendendo a determinar a situação real e as tendências no nível fenomenológico mais imediato. Tais análises incluem observações, medições, entrevistas, etc.;

- segundo nível (regional e nacional) – inclui metaprocessos, corresponde a processos mais gerais que governam ou determinam os processos de primeiro nível. Contempla modificações no sistema produtivo tal como desenvolvimento de cultivos comerciais, desenvolvimento pecuário,... que engendram mudanças significativas no primeiro nível. Os metaprocessos, por sua vez, podem estar submetidos ao terceiro nível;

- terceiro nível de processos (nacional e internacional) – inclui políticas nacionais de desenvolvimento, modificações no mercado internacional, como, por exemplo, políticas agrícolas, mudanças no mercado, ISO 14000.

Para CHRISTOFOLETTI (1999), a análise da complexidade encontra-se direcionada para a hierarquia estrutural e funcional na composição interna da organização espacial (do geossistema), em princípio, independente da escala de grandeza, o que corresponderia ao estudo do local – primeiro nível citado por Garcia.

Entretanto, é importante estabelecer os modelos e as características padrões dos sistemas em sua inserção hierárquica, considerando as grandezas espaciais dos sistemas, determinando um escalonamento e a necessidade de especificar componentes, processos e funções relevantes em cada escala. Quanto mais complexo, mais ricas se tornam as relações entre os diferentes níveis hierárquicos, devendo-se analisar o sistema compreendido em seu posicionamento hierárquico integrativo nas entidades organizacionais sistêmicas mais abrangentes.

SANTOS (1997b), tratando de articulações no território, afirma que este é formado por **frações funcionais** diversas, e que sua funcionalidade depende de demandas a diversos níveis, desde o local até o mundial. A articulação entre diversas frações ocorre através dos fluxos que são criados em função das atividades, da população e da herança espacial. Se a preocupação é reconhecer tais articulações e seus diversos níveis, a preocupação essencial deve ser a de trabalhar sobretudo com as variáveis e processos que dão tais articulações.

Isto está associado ao que explicita CHRISTOFOLETTI (1999), quando trata de processos em cascata e globalização, mostrando a resposta diferenciada dos lugares – sistemas locais – aos estímulos externos:

No processo em cascata do fenômeno da globalização, as decisões e as potencialidades vão se filtrando e permeando pelos escalões espaciais, fluindo diferentemente, promovendo com que haja diferenciação regional e especificações locais no desenvolvimento sócio-econômico. A análise dos fluxos e gerenciamento das informações, recursos financeiros, potencialidades sócio-culturais e alocação de indústrias e de recursos minerais caracteriza essa dinâmica cascadeante. O processo de globalização, em busca da formação de uma organização espacial de grandeza mundial, reformula e age sobre as organizações de grandezas menores, repercutindo diferentemente até na escala dos lugares. (p. 90)

SANTOS (1997b), ao discutir o estudo de regiões produtivas, ressalta que:

Todo cuidado é pouco no tratamento das variáveis explicativas. Não se trata de utilizar todas as variáveis disponíveis, mas aquelas que, em cada período, sejam significativas e pertinentes à análise. Por isso, um esquema muito geral acaba sendo um bom catálogo de intenções, mas, graças à variedade de situações, não é diretamente utilizável para o conhecimento sistemático de cada região produtiva. Não se deve esquecer de

que, no espaço, o econômico, o social, o político e o cultural se dão de forma diferenciada. (p. 72)

E continua:

Sugerimos dois enfoques, que são complementares. Primeiro, a compreensão do presente, isto é, o entendimento de como elas [regiões produtivas] são hoje. Segundo, a reconstituição de sua evolução, de maneira a ajudar uma melhor compreensão desse hoje.

MONTEIRO (2001) ressalta que, na análise dos sistemas, a consideração das variáveis próprias de um sistema complexo é que exige a consideração de várias abordagens de análises tópicas e sínteses intermediárias e parciais. Deve-se, também, considerar elementos ou variáveis que, por sua própria natureza não estão implicitamente amarradas à ocorrência espacial do sistema mas, ao contrário, transcendem a ela. “Tal é o caso do clima que, segundo as componentes zonais e as peculiaridades de circulação regional, projetam-se dentro do sistema em *escalas* (categorias dimensionais) e jogos de causalidade variada” (p. 90).

Após a identificação e a qualificação do sistema, após a definição clara dos elementos e das relações imprescindíveis à compreensão da totalidade, passa-se à quantificação dos componentes.

O *estado de um sistema*, que descreve o estado em que se encontra o sistema em um determinado momento, é medido através de valores de suas variáveis.

Nesse sentido, em relação aos atributos dos elementos, para que a descrição quantitativa dos sistemas possa ser realizada, duas questões devem ser solucionadas: quantas e quais variáveis escolher, que são relevantes para a pesquisa? Quais as técnicas de mensuração a serem empregadas?

Os valores obtidos descrevem, por sua vez, o relacionamento e o comportamento de determinado sistema e/ou de suas relações com o universo. Se analisarmos diversos sistemas, os valores das variáveis podem ser diferentes. Essa variabilidade dos atributos entre as diversas entidades discretas assinala que os sistemas estão funcionando sob controle de fatores externos, constituintes do seu *ambiente*. Os fatores externos são os responsáveis pelo fornecimento de matéria e energia ao sistema, estabelecendo os *parâmetros* que regulam o seu funcionamento. Os valores assumidos pelas variáveis são decorrência da ajustagem do sistema frente à intensidade dos parâmetros.

1.5.1 Modelagem de sistemas

Os modelos procurando sintetizar os sistemas têm a finalidade de fornecer um quadro global da totalidade do sistema, estabelecendo o grau de conhecimento sobre as partes componentes, interações entre os elementos e funcionamento interativo entre inputs e outputs do sistema. O objetivo é compreender o sistema como um todo em vez de se basear no estudo detalhado de elementos individuais do sistema ou numa determinada seqüência encadeante dos processos envolvidos em uma categoria de fluxo. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 10)

Um modelo pode ser definido como uma formulação simplificada que imita um fenômeno ou um sistema do mundo real, de tal maneira que situações complexas podem ser compreendidas e, eventualmente, previstas. Constitui-se em um instrumento de análise no estudo de sistemas.

Para SENGE (1999), as ferramentas do pensamento sistêmico – diagramas de circuito causal, arquétipos, e modelos em computador – permitem-nos falar mais facilmente acerca de inter-relações, porque muitas delas baseiam-se no conceito teórico de processos de realimentação.

Bertalanffy, na Teoria Geral dos Sistemas lançada por volta de 1950, já expressava sua idéia em relação à modelagem e análise sistêmica, questionando a validade da modelagem matemática e sua representatividade real, apesar do requinte que os modelos podiam apresentar, pois afirmava ser necessário um novo pensamento matemático para dar conta das noções de totalidade e organização. Afirmava que um modelo verbal seria melhor do que nenhum modelo, e considerava que os modelos de linguagem ordinária tinham/têm lugar na teoria dos sistemas, sendo que a idéia de sistema conservaria seu valor mesmo quando não pudesse ser formulada matematicamente. Tratando da Teoria Geral dos Sistemas e do comportamento humano, o autor afirma que mesmo se a quantificação for impossível, “pode-se pelo menos esperar que certos princípios se aplicarão qualitativamente ao todo enquanto sistema. Pelo menos a ‘explicação em princípio’ pode ser possível” (BERTALANFFY, 1973, p. 149).

1.5.1.1 Características dos modelos (que devem ser levadas em conta na sua construção)

CHRISTOFOLETTI (1999, p.21) cita HAGGETT e CHORLEY (1975)⁴⁵ que afirmam que as principais características dos modelos que devem ser levadas em conta na sua construção são:

- seletividade: ruídos e sinais menos importantes devem ser eliminados; avaliar a relevância das variáveis discernidas;

- estruturação: os aspectos selecionados da realidade são explorados em termos de suas conexões; o modelo deve representar as relações propiciadas na dinâmica dos processos ou na correlação das variáveis;

- enunciativo: modelo bem sucedido contém sugestões para sua ampliação ou generalização;

- simplicidade: o modelo deve ser simples de ser compreendido e utilizado pelos usuários, mas sem detrimento de ser representativo; é uma expressão aproximada da realidade;

- analógicos: mostra uma maneira aproximada de compreender o mundo real;

- reaplicabilidade: o modelo não é descritivo de um caso, mas deve poder ser usado em outros casos da mesma categoria.

MONTEIRO (2001, p. 53-54) também aponta alguns requisitos básicos à modelagem dos geossistemas:

- montagem (do modelo) sob perspectiva de um Sistema Singular Complexo onde os elementos socioeconômicos não sejam vistos como um outro sistema, oponente e antagonico, mas sim incluído no próprio sistema;

- representação de uma realidade espacial que assume (capaz de assumir) um jogo de Relações Sincrônicas;

- representação de uma Inteira Diacrônica;

- simultaneidade e intimidade de correlação em análise temporal;

- a necessidade de base de observação empírica e a proposição de modelos (mais aperfeiçoados) *a posteriori*;

- conjunção de análises quantitativas às qualitativas.

⁴⁵ HAGGET, P., CHORLEY, R. J. Modelos, paradigmas e a Nova Geografia. In: CHORLEY, R. J., HAGGET, P. (Eds). *Modelos físicos e de informação em Geografia*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. p. 1-19.

Para que a modelagem possa ser implementada no estudo dos sistemas ambientais, devem ser estabelecidas as características desse sistema, discernindo elementos componentes, definindo as variáveis relevantes e considerando os fluxos de matéria e energia.

Uma vez delimitado o sistema, temporal e espacialmente, a primeira tarefa consiste em distinguir os diversos subsistemas componentes da cadeia, através dos quais se processa o fluxo de matéria ou energia. O fluxo e as transformações de determinada entrada são salientados através de vários subsistemas, integrados e funcionando de modo contíguo. O autor salienta, ainda, a importância da descrição dos eventos que expressam o fornecimento de matéria e energia aos sistemas, pois regulam o funcionamento e a organização do sistema. “Todavia, como são providos do ambiente, as categorias de entradas são independentes da organização interna do referido sistema” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 58). No entanto, lembremos que a repercussão maior ou menor, no sistema, desse fornecimento, depende de características e propriedades internas ao sistema, conforme discutido anteriormente.

Os modelos para a análise da funcionalidade dos sistemas procuram focalizar os fluxos de matéria e energia, as características dos processos atuantes e os mecanismos de realimentação, assim como a interação entre a morfologia e a dinâmica dos sistemas a fim de salientar o entrosamento entre formas-processos.

1.5.1.2 Tipos de representação: modelos gráficos

Segundo CHRISTOFOLETTI (1979; 1999), existem diferentes procedimentos para representar sistemas. Tratando de modelagem em sistemas ambientais, o autor cita, entre outras categorias de modelos utilizados pelos geógrafos, os *modelos de sistemas* que correspondem a esquemas lógicos que procuram representar a estrutura do sistema e identificar os elementos, fluxos e retro-alimentações, empregando simbologias diversas. Algumas simbologias são apresentadas na figura 1.

A figura 1(A), apresentada por CHRISTOFOLETTI (1979, p. 43; 1999, p. 80) mostra simbologia descritiva conforme CHORLEY E KENNEDY (1971)²³. Essa simbologia assinala:

- as entradas;
- os reguladores (instrumentos aos quais são atribuídas funções decisórias, decidindo qual o rumo a ser seguido, tomando como base de decisão a existência de limiares);
- os armazenadores (que armazenam, por lapso de tempo variável, a quantidade de matéria ou energia retida no subsistema);
- os subsistemas;

- as saídas.

A figura 1(B) (adaptada de CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 78) mostra as representações gráficas usadas nos diagramas de Forrester, que compreendem diferentes componentes dos sistemas, conforme pode ser visto na própria figura.

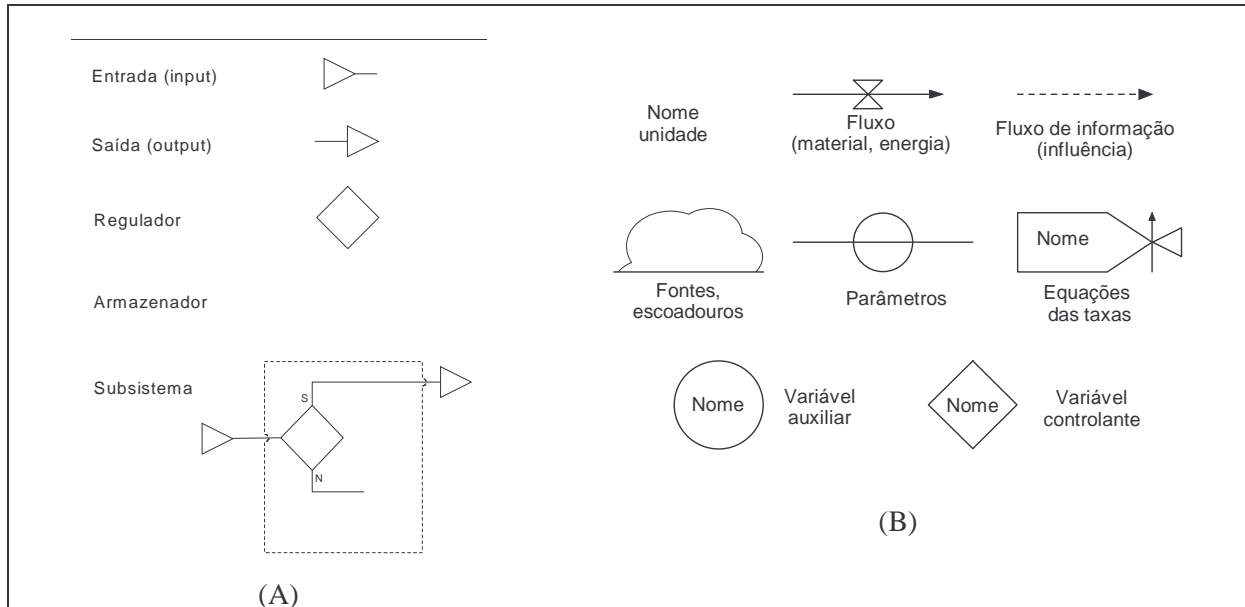


FIGURA 1: (A) Simbologia utilizada para a descrição de sistemas; (B) componentes representativos da linguagem gráfica descritiva de Forrester (Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1999).

Após definidos os diversos subsistemas integrantes e relevantes do sistema, CHRISTOFOLETTI (1979) sugere que a segunda tarefa seja estabelecer os reguladores, e a terceira, colocar os armazenadores. Esta análise, proposta para sistemas em seqüência pelo autor, pode, certamente, ser transferida para todos os tipos de sistemas.

Considerando que no transcorrer do fluxo pelos sistemas há transformações entre a entrada recebida e a saída de matéria e energia nos diferentes subsistemas, responsáveis pelo surgimento de novos processos e pela elaboração de novas formas, inúmeros processos ocorrem dentro dos subsistemas, que podem ser mais ou menos conhecidos. Em decorrência, são diferenciados os conceitos de *caixa branca*, *cinza* ou *preta*, conforme o conhecimento que se tem a respeito dos processos que ocorrem no interior dos subsistemas:

- caixa branca: quando se identificam e se analisam as estocagens, fluxos e outros processos, a fim de obter conhecimento detalhado e claro de como a estrutura interna do sistema funciona a fim de transformar *input* em *output*;

- caixa cinza: envolve o conhecimento parcial do subsistema, focalizando inputs, outputs, retroalimentação, mas sem examinar todos os mecanismos internos;

- caixa preta: o subsistema é pouco conhecido, sendo tratado como unidade, e a atenção dirige-se somente para as saídas e as entradas identificadas.

Há, portanto, inúmeras formas de representação gráfica de sistemas.

Não somente essas formas de representação, mas toda a base teórica fornecida neste capítulo será utilizada no terceiro capítulo, que trata da aplicação da perspectiva sistêmica e dos conceitos vistos até o momento em uma bacia hidrográfica: a do rio Coruja-Bonito, localizada em Braço do Norte, SC. Nesta bacia, a suinocultura aparece como importante atividade econômica, e também como geradora de conflitos devido à poluição dos recursos hídricos.

CAPÍTULO 2 – SUINOCULTURA E CONTEXTO AMBIENTAL EM SANTA CATARINA

A mesoregião geográfica Sul Catarinense, no que se refere aos recursos hídricos, é conhecida principalmente pelos impactos da exploração de carvão, que resultaram na assinatura, em 1980, do Decreto 85.206, que enquadrou a região como área crítica nacional (a 14^a) para efeitos de controle de poluição decorrente das atividades relacionadas ao ciclo do carvão mineral. A poluição provocada pelo carvão atinge as Bacias Hidrográficas do rio Araranguá (área de drenagem de 3.020 km²), do rio Urussanga (580 km²) e do rio Tubarão (5.640 km²).

A partir da década de 90, no entanto, principalmente na Bacia do rio Tubarão, e, mais especificamente, no município de Braço do Norte, um “novo elemento” de poluição das águas se destaca: a criação intensiva de suínos, ou seja, a grande produção de dejetos suínos em pequenas áreas.

Este crescimento ocorreu num momento de avanço tecnológico no setor. Na década de 90 foram implementadas no processo produtivo novas tecnologias em instalações, equipamentos e manejo, destacando-se a sanidade animal, a melhoria dos plantéis e a qualidade da carne, o que permitiu elevar os níveis de produtividade na suinocultura em Santa Catarina.

O Sul Catarinense possui o segundo maior rebanho suíno do Estado, sendo superado apenas pela mesoregião Oeste Catarinense. A tabela 1 apresenta o número de suínos produzidos em diferentes escalas. Observa-se que o município de Braço do Norte possuía, em 1996, 40% do rebanho da microrregião de Tubarão e 25% de todo Sul Catarinense.

O sistema de exploração da suinocultura é confinado, o que implica em grande produção de dejetos em pequenas áreas. A produção está concentrada em Braço do Norte e alguns municípios próximos.

Braço do Norte, com 194,2 km² (184 km² de área rural), possuía, em 1996, uma população de 20 mil habitantes, sendo que 28% habitavam no meio rural (IBGE, 2000). Assim como em outros municípios próximos, a estrutura fundiária caracteriza-se pela predominância de pequenas propriedades rurais: dos 832 estabelecimentos levantados no Censo Agropecuário de 1996, 31% tem menos de 10 hectares, 30% tem entre 10 e 20 hectares, e 33% entre 20 e 50 hectares; estas proporções são superiores às médias estaduais (IBGE, 1996).

TABELA 1: Rebanho de suínos em diferentes escalas, em 1996 (adaptado de FEDERAÇÃO..., 1999; IBGE, 1996)

| Local | Suínos x 10 ³ | Suínos/km ² |
|---|--------------------------|------------------------|
| Mundo | 927.354 | - |
| Brasil | 35.350 | - |
| Santa Catarina | 4.536 | 47,59 |
| Mesoregião do Oeste Catarinense | 3.432 | 126,1 |
| Mesoregião do Sul Catarinense ⁴⁶ | 513,6 | 54,5 |
| Microregião de Tubarão ⁴⁷ | 357,5 | 81,3 |
| Braço do Norte | 128,4 | 661,2 |

Quanto ao uso do solo no município, cerca de 32% da área é ocupada por pastagens, 20% por lavouras temporárias (destacam-se as culturas de fumo e de milho), 13% por floresta nativa, 5% por reflorestamento comercial e 30% por capoeira. Ainda segundo SANTA CATARINA, AMUREL (199_), 12% da área municipal apresenta classe 4 ou 5, segundo a classificação de uso das terras, ou seja, corresponde a áreas com mais de 20% de declividade (UBERTI et al., 1991). As áreas planas ou pouco declivosas correspondem às planícies fluviais, mais extensas junto ao rio Braço do Norte que atravessa o município no sentido N-S, e onde ocorre a expansão urbana. Essas condições, de pequenas propriedades e de elevada declividade sobretudo nas áreas rurais, constituem limitações para a atividade agrícola, buscando-se então a atividade agropecuária como fonte de renda no meio rural.

A atividade agropecuária, no município, apresenta destaque não somente na produção de suínos, mas também no setor de bovinocultura de leite. O gráfico que segue (figura 2) mostra a evolução dos rebanhos de suínos e bovinos entre 1991 e 2001, em Braço do Norte. Percebe-se que, neste período, o rebanho bovino permanece praticamente o mesmo, variando entre 14 mil e 17 mil cabeças. Já o rebanho suíno aumenta, entre 1991 e 2001, 288%, passando de 47,9 mil cabeças para 186,1 mil. O maior aumento, em termos proporcionais, ocorre em 1994, com crescimento do rebanho em 119%, passando de 55,1 mil cabeças para 120,6 mil. O segundo maior aumento ocorreu em 2000, com crescimento do rebanho em 22,4%. Em 1996, 493 estabelecimentos rurais produziam suínos, sendo que 214 criavam menos de 10 cabeças, e 142 suinocultores mais do que 200 cabeças. Destes 493 estabelecimentos, 258 possuíam menos de 20 ha, e 190 de 20 a 50 ha (IBGE, 1996). Vale ressaltar que Braço do Norte era, em 1996, o quinto município do Estado com maior efetivo de suínos: 128,4 mil cabeças (FEDERAÇÃO..., 1999).

⁴⁶ Engloba as microregiões de Tubarão, de Criciúma e de Araranguá.

⁴⁷ Engloba 17 municípios: Santa Rosa de Lima, Rio Fortuna, Grão Pará, Braço do Norte, Orleans, São Ludgero, Pedras Grandes, São Martinho, Armazém, Gravatal, Tubarão, Capivari de Baixo, Treze de Maio, Jaguaruna, Laguna, Imbituba, Imaruá e Garopaba. Destes, somente o último município não possui sede na Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar.

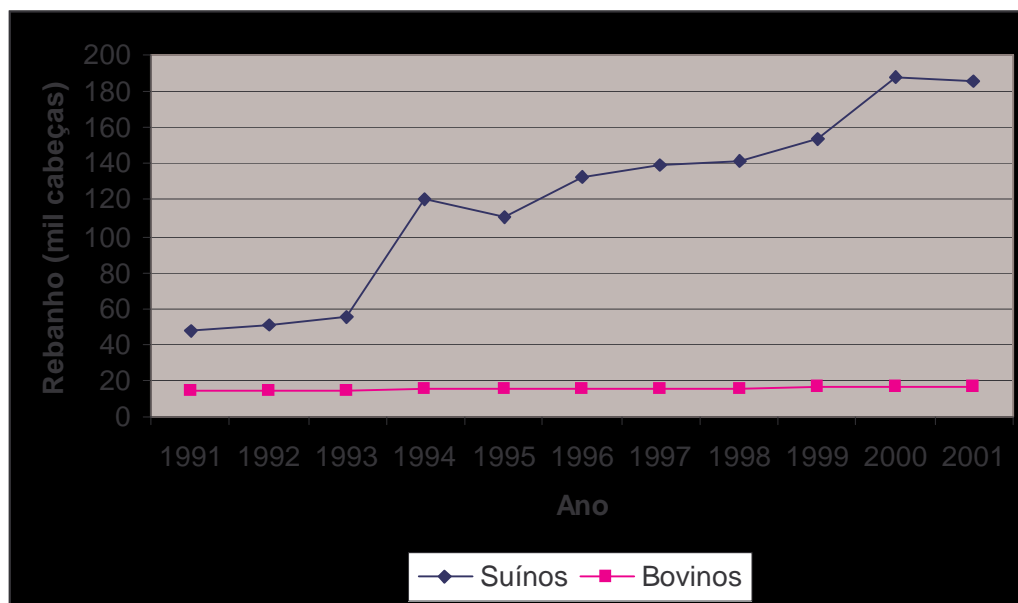


FIGURA 2: Evolução dos rebanhos suíno e bovino no município de Braço do Norte, SC.
(Fonte dos dados: IBGE, 2003)

Em 1997, somavam-se mais de 130 mil cabeças, sendo que a suinocultura local tinha então os mais altos índices de produtividade e qualidade de carcaça animal produzida no país (BRAÇO DO NORTE, 1997). Estimava-se, em 1999, que o município possuía 18.000 matrizes, com produção de 1.000 suínos/dia, o que representava 40% da arrecadação municipal⁴⁸.

Esse aumento da criação intensiva de suínos, e conseqüente grande aumento da quantidade de dejetos orgânicos gerada, reflete-se na degradação da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Tubarão.

A produção de suínos na microregião de Tubarão gera, diariamente, um volume de dejetos superior a 3 mil metros cúbicos, o que representa uma Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO⁴⁹ de, aproximadamente, 70 ton/dia.⁵⁰ Estes dejetos, que possuem grande carga poluidora, atingem, em parte, os cursos d'água, uma vez que os tratamentos e

⁴⁸ Segundo entrevista do Sr. Vitor Wiggers, então Presidente da Associação dos Suinocultores de Braço do Norte, concedida ao programa *Conheça Santa Catarina*, da SBT, em 24/10/1999.

⁴⁹ A DBO (demanda bioquímica de oxigênio) é uma medida da quantidade de matéria orgânica biodegradável presente na água, e corresponde à quantidade de oxigênio necessária para oxidar matéria orgânica em decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável; é considerada como a quantidade de oxigênio consumida durante um determinado período de tempo, sob temperatura específica. A DBO₅ refere-se a um período de 5 dias, com temperatura de 20°C. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à extinção de oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Uma DBO elevada, portanto, interfere no equilíbrio da vida aquática, além de produzir odores e sabores desagradáveis (SANTA CATARINA, UNISUL, 1998; MINER, WILLRICH, 1970; MACHADO, 2001).

⁵⁰ Estimativas: o valor 3.000 m³ foi obtido multiplicando-se 350 mil animais por 8,6 L de dejetos/dia, valor médio fornecido por FERNANDES e OLIVEIRA (1995); o valor de 70 ton/dia foi obtido multiplicando-se o número de animais pela DBO de 200g/animal.dia, valor fornecido por PERDOMO e LIMA (1998).

armazenamento realizados são insuficientes. Isto compromete a qualidade dos recursos hídricos, contribuindo para a desoxigenação e para a eutrofização⁵¹ de rios e lagoas, para a proliferação de borrachudos, e provoca mau cheiro na água que apresenta elevado número de coliformes fecais.

Em relação a Braço do Norte, a área urbana é abastecida por água proveniente do rio Braço do Norte, captada antes da foz do rio Coruja-Bonito. Segundo técnicos da CASAN local, a água apresenta problemas decorrentes dos usos do solo à montante, principalmente no que diz respeito à atividade de suinocultura (SANTA CATARINA, UNISUL, 1998, vol. 3).

A poluição biológica devido à suinocultura pode ser comprovada através de análises realizadas pela CASAN no rio Tubarão, logo a montante da área urbana do município de Tubarão, que se situa cerca de 33 km a jusante do município de Braço do Norte.⁵² Gráfico, com resultado das análises de coliformes fecais realizadas no período 1987-1997, é apresentado por BORTOLUZZI (2003), evidenciando um maior valor médio e uma maior variação deste parâmetro biológico a partir do período no qual se iniciou a intensa produção de suínos em Braço do Norte, em 1993-94.

Além disso, BORTOLUZZI (2003) apresenta um estudo realizado no rio Braço do Norte, e afirma que a poluição biológica mostra-se particularmente intensa a partir do momento em que o rio atravessa áreas de grande atividade pecuária, onde há grande adição de efluentes com carga orgânica proveniente da produção de suínos.

Parece indiscutível, portanto, que o aumento da atividade pecuária fez os dejetos de suínos passarem a representar uma das principais fontes de poluição das águas nesta bacia hidrográfica, uma vez que o rápido aumento da carga orgânica nos rios não pode ser explicado pelo contínuo aumento da população, ou melhor, pelo aumento do esgotamento sanitário, também apropriadamente apontado como fonte de poluição por material orgânico na Bacia⁵³ (figura 3).

⁵¹ Eutrofização significa *eu-trofe*, em grego, “bem alimentado”. Corresponde a um processo de enriquecimento nutritivo do meio aquático em fosfatos e nitratos, advinda principalmente da poluição por material orgânico. Gera uma abundância de alimentação, aumentando exageradamente a oferta de nutrientes para toda a cadeia alimentar, especialmente para certos tipos de algas (MACHADO, 2001). Isto provoca um aumento na Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, uma diminuição da quantidade de Oxigênio Dissolvido – OD na água e, conseqüentemente, a morte de organismos aquáticos por falta de oxigênio.

⁵² O rio Braço do Norte nasce em Anitápolis, atravessa os municípios de Santa Rosa de Lima, Rio Fortuna, Grão Pará e Braço do Norte, onde, logo após a área urbana, deságua no rio Tubarão, sendo um dos principais tributários deste último.

⁵³ O mapa topológico indicativo da qualidade dos recursos hídricos, apresentado por SANTA CATARINA (1997, p. 89), mostra que os rios locais apresentam-se poluídos, o que está relacionado à poluição provocada pela suinocultura. Outras fontes apontadas são os efluentes industriais, os esgotos domésticos, os depósitos sanitários (lixões), e os agrotóxicos (SANTA CATARINA, 1997; SANTA CATARINA, UNISUL, 1998).

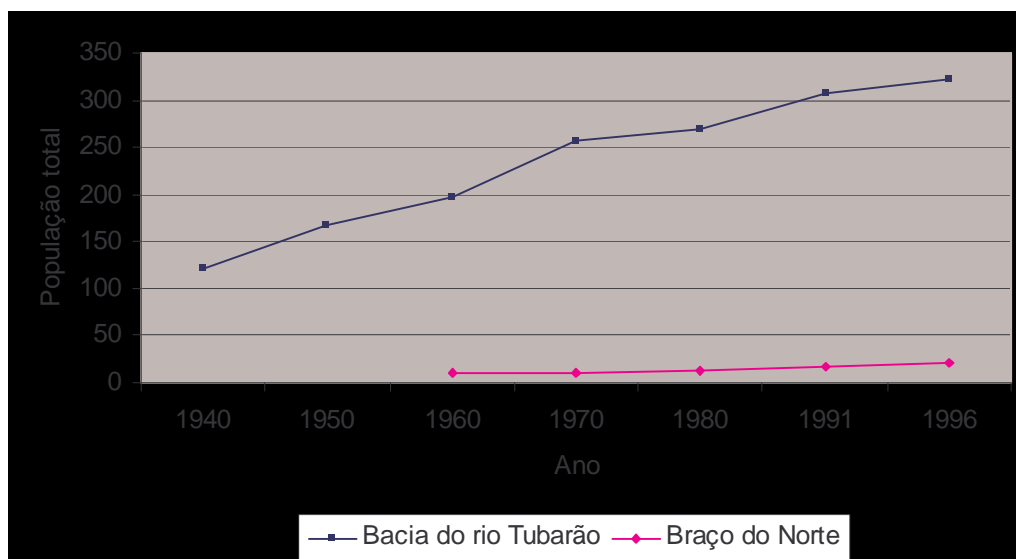


FIGURA 3: Evolução da população total na bacia do rio Tubarão e Complexo Lagunar no período 1940-1996, e em Braço do Norte no período 1960-1996 (Fonte dos dados: SANTA CATARINA, UNISUL, 1998, vol. 3).

A poluição orgânica dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Tubarão e Complexo Lagunar, em grande parte oriunda dos esterco animais, gera conflitos com a necessidade de abastecimento dos centros urbanos, com a atividade pesqueira, principalmente no Complexo Lagunar, e com a atividade turística que apresenta grande potencial de desenvolvimento em função da variabilidade de atrativos, tais como águas termais, turismo rural, e inúmeras cachoeiras ocorrentes entre a serra e o litoral.⁵⁴

Outro problema provocado por dejetos animais em áreas de intensa produção pecuária diz respeito à multiplicação de moscas (veiculadoras de doenças) e borrachudos⁵⁵, que provocam muito desconforto, principalmente durante o trabalho ao ar livre. Existem relatos no meio rural local sobre a interrupção de trabalho de agricultores no campo devido ao grande

⁵⁴ Em 1995, por exemplo, responsáveis pelo Complexo Turístico de Termas do Gravatal, situado à jusante de Braço do Norte, solicitaram ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, um estudo ambiental na região, visando obter informações necessárias para a redução dos problemas de eutrofização e poluição das águas por coliformes. O trabalho foi realizado pelos alunos das disciplinas de Análise Ambiental e Geoprocessamento, sob coordenação dos professores doutores Luiz Fernando Scheibe e Joel Pellerin, do curso de Mestrado em Geografia.

⁵⁵ Moscas, de espécies diversas, que podem ser veiculadoras de doenças, podem provocar estresse pelo incômodo que causam e podem sujar instalações e equipamentos com fezes e vômitos, têm sua população aumentada em regiões de intensa atividade pecuária porque as fêmeas depositam seus ovos no esterco úmido (principalmente de suínos e aves), do qual as larvas se alimentam (PEDROSO-DE-PAIVA, 1998). Os borrachudos pertencem à família Simuliidae; são insetos de hábitos diurnos, vetores de doenças, sendo que as picadas, muito incômodas, podem provocar feridas, febre ou até hemorragias. Altos níveis de matéria orgânica no ambiente aquático, juntamente com insolação (provocada pela retirada de mata ciliar) e elevada oxigenação provocada pelo encachoeiramento dos rios, contribuem para o desenvolvimento das larvas de borrachudo, que se alimentam de matéria orgânica, e provocam aumento da sua população. Também se desenvolvem em áreas de escoamento de lagoas, açudes ou barragens (PEDROSO-DE-PAIVA, BRANCO, 2000).

número de borrachudos, sendo que a ocorrência destes insetos tem, aparentemente, aumentado, apesar do controle biológico com *Bacillus thuringiensis* próximo a Termas de Gravatal, sob responsabilidade técnica de um agrônomo contratado pelos hotéis deste complexo turístico.

É importante citar, ainda, um (possível) problema de saúde coletiva devido à sua relação com recursos hídricos. É provável que, em Braço Norte e municípios vizinhos, um elevado número de ocorrências de casos de distúrbios neuro-cerebrais esteja relacionado ao consumo de carne ou de água contaminados por cisticercos. Esta hipótese foi levantada pelo Dr. Antônio de Pádua, que trabalhava como radiologista no hospital público de Tubarão, e que, ao procurar informações sobre os pacientes que apresentavam tumores cerebrais, constatou que grande proporção era de Braço do Norte. Na Prefeitura deste município, cerca de 1% da população está credenciada para o recebimento de medicamentos neuro-ativos. Com um credenciamento de 1% da população, estima-se que 10% tenha sido atingida por distúrbios psicóticos-psiquiátricos, o que representaria cerca de 2 mil pessoas⁵⁶. Além disso, pesquisas realizadas em diferentes municípios mostram casos de 40% da população rural com problemas de diarreia, o que também pode estar relacionado com o consumo de água contaminada⁵⁷. A poluição ambiental por dejetos animais, sob estes aspectos, constitui-se em caso de saúde pública, pois várias são as doenças que podem ser transmitidas por estes dejetos⁵⁸ (MINER, WILLRICH, 1970; DIESCH, 1970; SEIFFERT, s.d.; LACAZ et al., 1972).

Além da poluição dos recursos hídricos por microrganismos patogênicos, podem ocorrer contaminações com resíduos de medicamentos e por outras substâncias adicionadas às rações (MARTINI, 2000) ou por substâncias utilizadas no processo de limpeza das instalações dos animais.

2.1 ÁGUA – POLUIÇÃO – DEJETOS E MANEJO: ASPECTOS GERAIS

A poluição de recursos hídricos pela agropecuária (e agricultura em geral) é caracterizada como difusa, não pontual, pois envolve, geralmente, fracas concentrações e

⁵⁶ Informação extra-oficial, relatada pelo Sr. Maurício Baptista, morador de Braço do Norte e responsável técnico por uma empresa de consultoria e tecnologia ambiental no município.

⁵⁷ Diagnósticos Rurais dos Municípios de Orleans, de Grão-Pará e de São Ludgero, coordenados pela EPAGRI – Escritório Regional de Tubarão e Escritórios Locais municipais, realizados em 1997-98, com participação das Prefeituras Municipais e do Instituto CEPA. Dados inéditos.

⁵⁸ Exemplos de doenças são: causadas por bactérias – salmonelose, leptospirose, anthrax, tuberculose, brucelose, listerose, tétano, erisipelas, colibacilose, mastite; rickettsia – febre; por vírus – new castle, cólera, footrot; por fungos – coccidia micose, histoplasmosse, verme anelado; por protozoários – coccidiose, balantidiose, toxoplasmose; por parasitos – ascariidiose, sarcocistíase.

superfícies extensas devido à ampla distribuição espacial das atividades. Adiciona-se a isto o fato de que o processo fundamental de poluição é a movimentação da água da chuva sobre a superfície e na sub-superfície do solo, que captura e conduz os poluentes para águas superficiais e subterrâneas. Estas características do processo de poluição geram dificuldades para relacionar danos ambientais e seus causadores individuais, levando, muitas vezes, à percepção do problema longe do local de origem (BARRIUSO et al., 1996; MARTINI, 2000).

No que se refere a dejetos animais como fonte poluente, para MINER e WILLRICH (1970) existem, basicamente, as seguintes formas de poluição das águas:

- de águas superficiais – por pastoreio em áreas próximas a locais de coleta de água, por escoamento de dejetos aplicados em lavouras ou pastagens, por escoamento de água que atravessa áreas onde os animais encontram-se concentrados (piquetes para gado, por exemplo) ou o esterco encontra-se amontoado, descargas diretas de dejetos estocados ou de unidades de tratamento;

- de águas subterrâneas – pela percolação da água em áreas de piquetes ou em áreas de depósito de dejetos. Adiciona-se, aos processos citados pelos autores, a percolação de água em áreas onde dejetos foram aplicados como adubo orgânico.

Sendo a água de corpos d'água superficiais resultado da drenagem de sua bacia de contribuição, sua qualidade e, portanto, suas características físicas, químicas e biológicas encontram-se na dependência direta das formas de uso e de ocupação do solo dessa bacia.

2.1.1 Qualidade e quantidade de dejetos

A capacidade poluidora dos dejetos de suínos, em termos comparativos, é muito superior à de outras espécies. O volume produzido é 10 a 12 vezes superior ao volume do esgoto humano (VEIGA et al., 1994), e a DBO₅ per capita de um suíno, com 85 kg de peso vivo, varia de 189 a 208 g/animal.dia, enquanto a doméstica é de apenas 45 a 75 g/habitante.dia (PERDOMO e LIMA, 1998). Valores de DBO, em mg/L, são apresentados na tabela 2.

TABELA 2: Valores de DBO₅ em amostras de dejetos diversos que atingem lagoas de contenção (SEIFFERT, s.d.)

| Fonte | Dejetos DBO ₅ (mg/L) |
|------------------|---------------------------------|
| Gado leiteiro | 6.000 |
| Gado de corte | 6.700 |
| Suínos | 12.800 |
| Aves | 9.800 |
| Esgoto doméstico | 200-300 |

Para comparar os dejetos de diferentes tipologias (industrial, agropecuária, outras), utiliza-se o artifício do Equivalente Populacional – EP, que no Brasil é expresso em termos de carga orgânica em DBO₅. O valor de referência, calculado a partir da DBO do esgoto sanitário, é de 54g/pessoa.dia, ou seja, 54gDBO/dia. Assim, obtêm-se os valores de variação do EP dos suínos, que varia de 0,6 para leitões (creche) a 8,3 para matrizes com leitões. Em média, 1 suíno (com peso médio de 61kg) equivale a 3,5 pessoas (FEDERAÇÃO..., 1999).

Quanto à quantidade de dejetos produzida, a produção de resíduo líquido deve ser assumida como sendo diretamente proporcional ao peso vivo do animal. A produção diária varia de um fator K vezes seu peso vivo (p.v.), conforme mostra a tabela 3.

TABELA 3: Produção diária de resíduos líquidos e esterco de diversos animais (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977⁵⁹, e KONZEN, 1980⁶⁰, apud OLIVEIRA, 1993, p. 12)

| Tipo de resíduo | Unidade | Suínos | Frango de corte | Gado de corte* | Gado de leite* |
|-----------------|----------------|---------|-----------------|----------------|----------------|
| Líquidos | L/dia (% p.v.) | 5,1 | 6,6 | 4,6 | 9,4 |
| Sólidos | Kg/animal/dia | 2,3-2,5 | 0,12-0,18 | 10-15 | 10-15 |

* Bovinos em semi-confinamento

Assim, a quantidade de dejetos produzidos por suínos varia de acordo com o desenvolvimento ponderal dos animais, correspondendo a cerca de 8,5 a 4,9% de seu peso vivo/dia, para a faixa de 15 a 100 kg (JELINEK, 1977⁶¹, apud OLIVEIRA, 1993). Dados médios mostram que um suíno adulto produz 0,27m³ de dejetos líquidos por mês.

O volume total de resíduos líquidos de um sistema de criação depende, ainda, da quantidade de água desperdiçada pelos bebedouros e do volume de água utilizado na higienização das edificações dos animais. Assim, o total de dejetos produzido depende muito do manejo em cada criação, e pode ser muito maior que os valores da tabela 3, chegando, por exemplo, a 50kg/dia para bovino de leite (WAGGONER et al., 1995⁶² apud MARTINI, 2000).

Influi muito, no volume de dejetos produzido, a quantidade de urina, que depende da ingestão de água.

⁵⁹ NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Methane generation from human, animal, and agricultural wastes*. Washington, 1977. 131 p.

⁶⁰ KONZEN, E. A. *Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida*. Belo Horizonte: UFMG, 1980. 56 p. Tese Mestrado.

⁶¹ JELINEK, T. Collection, storage and transport of swine wastes. In: TAIGANI-DES, E. P. *Animal wastes*. Essex, England: Applied Science, 1977. p. 165-174.

⁶² WAGGONER, D. K., NIPP, T. L., HARRIS, B. L., WAGGONER, D. B., WEBER, G. M. Protection of water quality: a multicomponent challenge for livestock producers. *Journal of Sustainable Agriculture*, 6 (2/3): 157-176. 1995.

Estimativas de **exigência em água na suinocultura** mostram variações consideráveis em função da fase de desenvolvimento do suíno e da temperatura ambiente: pode ser de 0,7L/dia para leitões de 5 kg, a 22°C, até 25+1,8*NL litros/dia (NL = Número de Leitões, normalmente 10 para cada matriz) para matrizes em lactação, a 35°C. A média para um plantel de ciclo completo⁶³ é de 8 a 10 L para uma temperatura de 22°C, e 12 a 16 L para 35°C (FEDERAÇÃO..., 1994).

Para efeito de cálculo de necessidade de água em uma granja, são sugeridos os valores que constam na tabela 4.

TABELA 4: Exigência de água dos suínos, de acordo com a fase do ciclo de produção (Fonte: FEDERAÇÃO..., 1994).

| Categoria de suíno | Litros de água/suíno.dia |
|-----------------------|--------------------------|
| Leitão em aleitamento | 0,1 – 0,5 |
| Leitão (7-25 kg) | 1,0 – 5,0 |
| Suíno (25-50 kg) | 4,0 – 7,0 |
| Suíno (50-100 kg) | 5,0 – 10,0 |
| Porcas na maternidade | 20,0 – 35,0 |
| Cachaço | 10,0 – 15,0 |

Portanto, deve ser assegurado aos animais um valor médio diário de 15L de água/suíno. Considerando o valor médio diário de dejetos líquidos de 8,6 L/suíno, conforme mostra a tabela 5, **a relação “água potável/dejeto líquido” é de 1,75.**

A tabela 5 apresenta valores médios de produção de dejetos segundo a fase de desenvolvimento do suíno.

TABELA 5: Produção média diária de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos (FERNANDES, OLIVEIRA, 1995)

| Categoria | Esterco (kg/dia) | Esterco + urina (kg/dia) | Dejetos líquidos (L/dia) |
|---------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| Suínos de 25 a 100 kg | 2,3 | 4,9 | 7,0 |
| Porcas em gestação | 3,6 | 11,0 | 16,0 |
| Porca lactação + leitões | 6,4 | 8,0 | 27,0 |
| Cachaço | 3,0 | 6,0 | 9,0 |
| Leitões na creche | 0,35 | 0,95 | 1,4 |
| Média (em ciclo completo) | 2,35 | 5,8 | 8,6 |

⁶³ Na granja de ciclo completo são desenvolvidas todas as etapas da criação, envolvendo a reprodução (com inseminação artificial ou cobertura da fêmea), a criação dos leitões e a terminação dos suínos para abate, com cerca de 100 kg. Além da criação em ciclo completo, existem granjas especializadas: *unidade de produção de leitões* – UPL, que trabalham exclusivamente com a recria, responsável pela reprodução e pelo desenvolvimento de leitões até o peso de 20 a 30 quilos, ou seja, em torno de 70 dias; *unidade de terminação*, onde ocorre a engorda dos leitões vindos das UPL's, até atingirem 100 kg (peso de abate); *unidade de produção de matrizes*, responsável pela produção de reprodutores.

Dados da FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina, através dos licenciamentos ambientais, têm apontado para valores médios diários de produção de dejetos líquidos em torno de 5 a 6,5 L/suíno, ou seja, valores abaixo dos encontrados na literatura. Segundo FEDERAÇÃO (1999), isto provavelmente ocorre devido à implantação de bebedouros chamados “ecológicos”, que minimizam o desperdício de água nas granjas, diminuindo assim o volume de dejetos líquidos produzido.

Não apenas o volume, mas também a composição dos dejetos animais está associada ao sistema de manejo adotado, incluindo a nutrição e o aproveitamento dos alimentos pelo animal. As características químicas e físicas podem, pois, sofrer grandes variações em função da diluição relacionada, conforme visto, ao manejo da água.

As tabelas que seguem apresentam alguns estudos de composição química de dejetos de animais.

TABELA 6: Composição química média (%) de resíduos não decompostos e dos submetidos à fermentação anaeróbia (biofertilizante), produzidos por diferentes animais (FAO, 1977, e BARNETT, SUBRAMANIAN, 1978, apud OLIVEIRA, 1993)

| RESÍDUOS ORGÂNICOS (sólido + urina) | Nitrogênio | Fósforo | Potássio |
|--|------------|-------------------------------|------------------|
| Bovino | 0,6 | 0,15 | 0,45 |
| Suíno | 0,6 | 0,25 | 0,12 |
| BIOFERTILIZANTE | N total | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Bovino | 1,5-1,8 | 1,1-2,2 | 0,8-1,2 |
| Suíno | 1,8-2,5 | 1,2-2,0 | 0,8-1,5 |
| Aves | 2,0-2,8 | 1,2-2,1 | 0,9-1,6 |

SEIFFERT (s.d.) apresenta a composição de dejetos de suínos com base em 1.000kg de peso vivo de suínos, unidade que tem sido cada vez mais utilizada para caracterizar dejetos (tabela 7).

HEMKEMEIER et al. (2001) realizaram uma caracterização dos dejetos em duas granjas no sul de Santa Catarina (tabela 8). Assim como para SEIFFERT (s.d.), que analisou dejetos líquidos de suínos em unidades de crescimento e terminação, as variações dos parâmetros analisados são muito grandes.

Segundo documentos não publicados do Engenheiro Químico Marcelo Hemkemeier, o pH dos efluentes analisados varia de 7,86 a 8,26 (somente três análises realizadas), mostrando alcalinidade dos dejetos.

TABELA 7: Características físicas, químicas e biológicas de dejetos de suínos; unidades indicadas na tabela – valores médios (Fonte: SEIFFERT, s.d.).

| Características físicas (kg/dia.1000kg p.v.) | | | |
|--|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Dejetos totais | 84,0 | Sólidos totais | 11,0 |
| Urina | 39,0 | Sólidos voláteis | 8,5 |
| Densidade | 990,0 kg/m ³ | | |
| Características químicas | | | |
| Unidade: kg/dia.1000kg p.v. | | Unidade: mg/dia.1000kg p.v. | |
| DBO ₅ | 3,1 | Iodo | 16,0 |
| DQO | 8,4 | Zinco | 5,0 |
| pH | 7,5 unidades pH | Cobre | 1,2 |
| Nitrogênio total (Kjeldahl) | 0,52 | Manganês | 1,9 |
| Nitrogênio amoniacal | 0,29 | Boro | 3,1 |
| Fósforo total (P) | 0,18 | Molibidênio | 0,028 |
| Ortofosfato (PO ₄) | 0,12 | Cádmio | 0,27 |
| Potássio | 0,29 | Chumbo | 0,084 |
| Cálcio | 0,33 | | |
| Magnésio | 0,07 | | |
| Enxofre | 0,076 | | |
| Sódio | 0,067 | | |
| Cloro | 0,26 | | |
| Características biológicas (colônias) | | | |
| Coliformes totais | 45 x 10 ¹⁰ | Coliformes fecais | 18 x 10 ¹⁰ |

TABELA 8: Caracterização de efluentes de granjas de suínos.

| Parâmetro | SEIFFERT (s.d.) | | HEMKEMEIER et al. (2001) | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------------------|
| | Valores médios | Variação | Granja Braço do Norte - variação | GranjaTubarão - variação |
| DQO (mg/L) | 21.674 | 4.300-81.200 | 4.508-21.627 | 10.120-30.745 |
| DBO (mg/L) | 11.979 | 3.500-27.500 | - | - |
| Sólidos totais (mg/L) | 17.240 | 4.209-78.866 | 5.022-16.100 | 5.111-20.190 |
| Sólidos totais dissolvidos (mg/L) | - | - | 2.669-7.367 | 3.527-8.806 |
| Sólidos sedimentáveis (mL/L/h) | - | - | 37-120 | 13-200 |
| Fósforo | mg/L: 633 | mg/L: 119-2.306 | ‰: 0,03-0,21 | ‰: 0,01-0,05 |
| Nitrogênio total (mg/L) | 2.205 | 1.018-4.451 | - | 941-1.783 |

Os dejetos animais produzidos em uma granja, portanto, podem apresentar grandes variações na concentração de seus componentes dependendo do manejo do rebanho, da diluição e da modalidade como são manuseados. A ampla faixa encontrada para cada parâmetro analisado, dificulta o dimensionamento e a operação de sistemas de armazenamento e tratamento de dejetos utilizados.

Segundo PERDOMO e LIMA (1998), o sistema confinado de produção de suínos aloca recursos com elevado grau de eficiência. No entanto, dentro das circunstâncias e do nível tecnológico em que operam, as ações para a redução do poder poluente dos dejetos suínos em níveis aceitáveis, requerem investimentos significativos, normalmente acima da

capacidade do produtor e sem a garantia de atendimento das exigências de saúde pública e da preservação do meio ambiente.⁶⁴

2.1.2 Manejo e aproveitamento de dejetos de suínos

O manejo dos dejetos de suínos deve prever seu tratamento e armazenamento, para posterior utilização. Vários autores⁶⁵ tratam, tecnicamente, do assunto, e os principais aspectos são apresentados a seguir.

Do manejo à utilização dos dejetos, deve-se considerar cinco etapas: produção; coleta; armazenagem; tratamento; distribuição e utilização dos dejetos na forma sólida, pastosa ou líquida (PERDOMO, 2000). Devem ser calculadas as quantidades de dejetos produzidos e dimensionadas as estruturas de coleta (segundo a produção diária máxima) e armazenagem temporária (segundo o tamanho do rebanho e práticas de manejo adotadas). PERDOMO et al. (2003) sugerem forma de cálculo de volume de dejetos, bem com da carga poluente, em granjas de suínos. EPAGRI (1995) apresenta aspectos práticos detalhados do manejo desses dejetos, desde a produção animal até o seu uso diverso.

Quanto ao armazenamento e tratamento, existem diferentes sistemas, destacando-se as esterqueiras, as bioesterqueiras e as lagoas de estabilização, cada qual com características específicas de construção e manejo.⁶⁶ A esterqueira é o sistema de armazenamento preponderante entre as unidades produtoras de suínos no Estado devido ao menor custo e maior simplicidade na construção em relação aos outros sistemas.

Cabe ressaltar que a principal difusora do uso de esterqueiras associado à produção de suínos, em todo o Estado, é a EPAGRI. No entanto, esse sistema é considerado por diversos pesquisadores mais como uma forma de armazenamento de dejetos do que de tratamento, e inadequado para propriedades onde há grande número de suínos, aumentando os riscos de contaminação das águas por dejetos mal tratados.

O tratamento visa a reduzir o potencial poluente dos dejetos, e consiste, inicialmente, na separação de fases, ou seja, consiste em separar as partículas maiores contidas nos dejetos da fração líquida, conduzindo à obtenção de dois produtos: uma fração líquida mais fluida,

⁶⁴ Níveis aceitáveis, neste caso, poderiam ser os níveis determinados pela legislação para classificação e utilização dos corpos d'água, classe 2 – que corresponde ao enquadramento dos corpos d'água na área de estudo. Nesta classe, os limites para DBO₅ e para coliformes fecais são, respectivamente, inferior a 5mg/L e inferior a 1.000/100 mL (Decreto n. 14.250, de 5 de junho de 1981, in: SANTA CATARINA. Leis, Decretos, etc., 1998).

⁶⁵ Podemos citar PERDOMO e LIMA (1998); EPAGRI (1995); SANTA CATARINA (1994); GOSMANN (1997); SOBESTIANSKY et al. (1998); OLIVEIRA (1993); PERDOMO (2000); MIRANDA et al. (2000)

⁶⁶ Detalhes sobre os diferentes sistemas de armazenamento e tratamento podem ser encontrados em PERDOMO e LIMA (1998), EPAGRI (1995), GOSMANN (1997), entre outros.

mas que conserva a mesma concentração em nutrientes fertilizantes solúveis que os dejetos brutos; e uma fração sólida, separada por decantação ou por peneiras (quando utilizado sistema de peneiramento), com umidade alta e mantendo-se agregada, podendo evoluir para um composto.

As principais formas de utilização de dejetos freqüentemente abordadas referem-se à adubação orgânica, na agricultura; à alimentação animal, principalmente através de dejetos prensados para alimentação de bovinos ou em tanques de viveiros de peixes; ou à produção de biogás.⁶⁷ Cada qual apresenta vantagens e limitações que dizem respeito ao volume utilizado para determinado fim, sua composição física e química, ou, no caso de alimentação de outros animais, seu efeito sobre a qualidade do produto final sob os pontos de vista sanitário, zootécnico e de saúde pública⁶⁸.

Destes, a adubação orgânica é principal recomendação, em Santa Catarina, como forma de utilização de dejetos, indicada por instituições de extensão rural e pesquisa, como EPAGRI e EMBRAPA. Isto se deve à presença, nos dejetos, de elementos aproveitáveis pelas culturas (principalmente nitrogênio, fósforo e potássio), sendo que a adubação orgânica reduz a necessidade de adubação mineral. A utilização de dejetos deve se dar de forma controlada, seguindo especificações técnicas na forma, momento e quantidade de aplicação.

Dejetos aplicados na superfície do solo e não incorporados ficam expostos à radiação solar e a condições de ressecamento sob condições aeróbias, à volatilização da amônia e à morte de microorganismos. Mineralização e imobilização de nitrogênio através da adsorção podem também ocorrer.

Sobretudo em condições de aplicação de grandes volumes de esterco, de não incorporação ao solo, de aplicação em áreas declivosas ou com inadequadas medidas de controle de erosão, sedimentos e dejetos podem ser transportados pela água da chuva (sendo que, dentre os fatores que provocam a erosão do solo ou transporte de outros materiais, podem ser apontados: intensidade e freqüência das chuvas, topografia do terreno, características do solo e o tipo de uso do solo). Decorre, então, que em áreas que recebem resíduos animais por

⁶⁷ Referências que discutem aspectos técnicos, vantagens e desvantagens do uso de dejetos na alimentação animal e como biogás: PERDOMO e LIMA (1998); EPAGRI (1995).

⁶⁸ Segundo BRASIL (2002), a criação integrada de peixes com suínos, por exemplo, foi foco de sérios questionamentos na região do Alto Vale do Itajaí – SC; a alimentação de peixes com dejetos suínos desencadeou uma série de discussões sobre os aspectos técnicos e ambientais desse tipo de prática, motivando a organização de um grupo multidisciplinar (formado por representantes de órgãos públicos estaduais e federais, sociedade civil, organizações não governamentais e da FAO, a partir de denúncia realizada pela APREMAVI ao Banco Mundial - BIRD) para avaliação da atividade. O grupo constatou, entre outros, a necessidade de redução da quantidade de dejetos depositados nos açudes e a necessidade de serem revistas as técnicas de criação, já que grande parte dos dejetos continuavam sendo despejados nos cursos d'água através da troca constante da água dos viveiros (principalmente em época de chuvas abundantes) e despescagem. Além disso, ocorreu reação contrária, por parte da população local, ao consumo do peixe alimentado por dejetos suínos.

longos períodos, estes podem causar elevada poluição de águas superficiais. Medidas de controle de erosão eficazes são essenciais para áreas que recebem adubações com esses dejetos. Zonas ribeirinhas reflorestadas, adjacentes aos cursos d'água, poderiam reter até 90% de sedimentos e nutrientes que escorrem em direção ao rios (SEIFFERT, s.d.).

É importante ressaltar que os dejetos (ou alguns de seus constituintes mais móveis) aplicados no solo, incorporados ou não, podem atingir águas subterrâneas através da percolação ao longo do perfil pedológico. Segundo OLIVEIRA (1993), teores de nitratos, detectados no lençol freático de terras tratadas com altos níveis de esterco líquido (160 m³/ha) durante vários anos, foram dez vezes maiores que os encontrados em terras não tratadas. Cabe lembrar que a aplicação permanente de esterco líquido excessivamente diluído, e/ou uma precipitação após a aplicação dos dejetos, acelera o carregamento dos nutrientes para as camadas inferiores do solo, podendo atingir os corpos d'água subterrâneos.

Quanto aos aspectos microbiológicos, diversas características físicas e químicas do solo afetam a movimentação de bactérias fecais no solo e restringem o seu deslocamento para o lençol d'água, podendo ser mencionadas a filtração e a adsorção, que podem remover até 90% do total de bactérias aplicadas através de resíduos e efluentes, nos primeiros dois centímetros do solo. No entanto, a não incorporação do esterco aplicado ao solo; a ocorrência de chuvas intensas após aplicação de esterco em lavouras e conseqüente transporte de sedimentos e partículas orgânicas; a lavagem da periferia dos estábulos, instalações de confinamento e depósitos de resíduos orgânicos através das chuvas e do escoamento superficial da água, são os principais processos que causam o transporte de organismos fecais para a rede de drenagem. Além desses, pode-se citar o extravasamento de esterqueiras e a liberação de dejetos diretamente no rio, o que provoca grande e rápido aumento de coliformes fecais no meio aquático.

Isto demonstra que a utilização de esterqueiras e a aplicação de dejetos no solo, como comumente ocorre nas áreas de produção de suínos, não garantem uma redução satisfatória nos níveis de poluição das águas.

Enfim, formas de tratamento e utilização de dejetos têm sido pesquisadas e preconizadas para áreas de intensa produção de suínos. No entanto, muitas das aplicações são restritas, apontadas como inadequadas ou inviáveis técnica ou economicamente. Tanto na Bacia do Rio Tubarão, quanto nas bacias hidrográficas do Oeste do Estado, onde a produção de suínos é intensa, conflitos permanecem, e a poluição orgânica de águas superficiais e subterrâneas é alarmante – oriunda de uma atividade de grande importância econômica para o Estado e o país.

2.2. SUINOCULTURA – QUADRO GERAL

2.2.1 Mundo

Em comparação a outros tipos de carnes, a carne suína é a mais produzida e mais consumida em nível mundial, apresentando um índice de consumo de 14,6 kg/pessoa em 2001, chegando a 66,1 kg/pessoa na Espanha. Em 1970, o consumo mundial era de 9,2 kg/pessoa (ROPPA, 2002).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carne suína, conforme pode ser visto na tabela que segue.

TABELA 9: Produção mundial de carne suína (mil toneladas) (adaptado de ROPPA, 2003b).

| PAÍS | 2000 | 2001 | 2002** | 2003*** |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| China | 40.314 | 41.845 | 43.000 | 44.100 |
| União Européia* | 17.585 | 17.419 | 17.800 | 17.820 |
| Estados Unidos | 8.597 | 8.691 | 8.973 | 8.819 |
| Brasil | 2.556 | 2.730 | 2.892 | 2.968 |
| Canadá | 1.638 | 1.729 | 1.830 | 1.865 |
| Rússia | 1.500 | 1.560 | 1.600 | 1.700 |
| Polônia | 1.620 | 1.547 | 1.585 | 1.640 |
| Coréia | 1.004 | 1.007 | 1.161 | 1.200 |
| Japão | 1.269 | 1.245 | 1.200 | 1.190 |
| Filipinas | 1.008 | 1.064 | 1.095 | 1.120 |
| México | 1.035 | 1.065 | 1.085 | 1.100 |
| Outros | 3.806 | 3.683 | 3.780 | 3.790 |
| TOTAL | 81.932 | 83.655 | 86.001 | 87.312 |

*Destacam-se na produção Espanha, França, Alemanha **Preliminar *** Previsão

Segundo ROPPA (2003b), o Brasil ocupa a quarta posição em exportação de carne suína, tendo participado, em 2002, em 12,2% do mercado internacional, totalizando um faturamento de US\$ 481 milhões nesse ano, com 476 mil toneladas exportadas. Os principais países para os quais a carne suína foi exportada, foram Rússia, Hong Kong, Argentina e Uruguai.

Quanto aos valores praticados em nível mundial, os preços recebidos pelos suinocultores na Europa, Estados Unidos e Canadá têm caído nos últimos três anos, o que está relacionado, sobretudo, à expansão da suinocultura, ao aumento de qualidade e quantidade e aumento de oferta do produto no mercado (ROPPA, 2003a).

O rebanho em diferentes países, bem como a densidade de suínos, são apresentados na tabela 10.

TABELA 10: Rebanho e densidade de suínos, em 2001 (adaptado de ROPPA, 2002)

| Local | Suínos (mil cabeças) | Suínos/km ² |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| China | 454.400 | 47,3 |
| Comunidade Européia | 121.800 | 37,6 |
| Estados Unidos | 59.100 | 6,1 |
| Brasil | 37.500 | 4,4 |
| México | 17.750 | 9,0 |
| Chile | 2.500 | 3,3 |

Em artigo publicado em 2002, ROPPA analisa o potencial de produção de carne suína pela América Latina, e aponta as seguintes vantagens (em relação a outras regiões do mundo): baixo custo da terra, das instalações e da mão-de-obra, sendo que, dentre os grandes produtores e principais produtores da América Latina, o Brasil possui o menor custo de produção (cerca de US\$ 0,50/kg p.v. - peso vivo); clima favorável; possibilidade de aumento de consumo interno; baixa densidade de suínos por km², o que, segundo o autor, demonstra possibilidade de expansão da produção⁶⁹; **disponibilidade de água doce**; disponibilidade de terras para plantio de grãos necessários à produção de suínos. Como desvantagens, aponta a economia dos países: dificuldades de crédito, altos impostos, instabilidade econômica e alta taxa de juros, bem como tradicional baixo consumo de carne suína, e baixo poder aquisitivo da população (ROPPA, 2002).

É bom assinalar que, conforme afirma BRASIL (2002, p. 27),

toda a dependência e mimetismo assumidos por países subdesenvolvidos, como demonstra Becker (1995:47), podem ser associados ao próprio sistema de acumulação capitalista. Estes países representam áreas de expansão para o mercado mundial, não se restringindo apenas ao objetivo comercial no sentido de ampliar as vendas de mercadorias de maior valor agregado produzidas nos países industrializados mas, sobretudo, envolvendo questões mais complexas relacionadas à disponibilidade de recursos naturais e facilidades para sua utilização.

2.2.2 Brasil – Sul do Brasil

Desde os meados da década de 70, a suinocultura brasileira iniciou a passagem do “fundo de quintal”, como atividade complementar e/ou de subsistência, para atividade de cadeia produtiva que opera com índices de produtividade cada vez maiores, integrada a um

⁶⁹ Aqui, o autor parece esquecer que a produção está concentrada em determinadas áreas, elevando densidades de suínos em algumas regiões do sul do Brasil às maiores do mundo.

complexo industrial. No sul do Brasil, nessa época, consolidou-se o sistema de integração⁷⁰ entre produtor e agroindústria.

Em 1985, a suinocultura na região Sul do Brasil concentrava 38,7% do rebanho brasileiro – a parcela maior e de maior significado econômico no país (INSTITUTO CEPA, 1988).

Já em 2003, o Sul detinha 57% do rebanho e 58% da produção, conforme pode ser visto na tabela que segue.

TABELA 11: Rebanho e produção de carne suína por região geográfica e variação de 2002 a 2003 (adaptado de ROPPA, 2003b)

| Regiões | Rebanho – cabeças | | | Produção – toneladas | | |
|--------------|-------------------|-------|-----------------|----------------------|-------|-----------------|
| | 2003 – milhões | % | Var % 2002-2003 | 2003 – mil toneladas | % | Var % 2002-2003 |
| Sul | 20,14 | 56,6 | -2,5 | 1606,1 | 57,7 | -2,4 |
| Sudeste | 6,37 | 17,9 | -17,7 | 500,0 | 18,0 | -11,0 |
| Centro-Oeste | 5,45 | 15,3 | 4,7 | 428,9 | 15,4 | 11,2 |
| Nordeste | 2,9 | 8,2 | -13,5 | 203,7 | 7,3 | -11,8 |
| Norte | 0,72 | 2,0 | 0,0 | 46,8 | 1,7 | 0,0 |
| Brasil | 35,58 | 100,0 | -5,5 | 2785,5 | 100,0 | -3,0 |

A tabela 11, publicada em junho de 2003, mostrava a tendência de diminuição da produção em virtude, principalmente, do abate de matrizes (com diminuição de 10,8% do número de matrizes alojadas, passando de 2850,7 mil em 2002 para 2543,9 mil em 2003) ocasionado pela crise no setor. Esta crise em 2002-2003 deveu-se à expansão do número de matrizes em período anterior devido aos bons resultados econômicos em 2001, ocasionando descontrole entre produção e demanda; à expansão da suinocultura na região Centro Oeste, através de investimentos de empresas; à alta do dólar, que provocou aumentos internos nos preços de grãos, como milho e soja, e encareceu produtos importados usados no preparo de ração. Particularmente na região Sul, houve incentivo para expansão por parte das agroindústrias devido à expectativa de exportação de carne suína para a Rússia e possibilidade de negócios com o Mercado Comum Europeu que ainda não se concretizaram (ROPPA, 2003b; ABCS, 2003; GIROTTO, 2002).

A região Sul do país possui o maior e mais especializado parque de agroindústrias especializadas na produção e transformação de carne suína, o que, aliado à utilização de

⁷⁰ O sistema de integração é um tipo de relação que se estabelece entre produtores rurais e indústrias, envolvendo fornecimento de insumos e comercialização de produtos agropecuários destinados diretamente à transformação ou beneficiamento industrial. Nesta relação o produtor se obriga a adquirir insumos da indústria, a conduzir seu programa de manejo através de sua assistência técnica e a vender sua produção para a indústria à qual passa a estar vinculado.

tecnologia avançada, tem permitido manter o processo produtivo em níveis crescentes ao longo dos anos, apesar das crises freqüentes que afetam a produção (INSTITUTO CEPA, 1988; GIROTTO, 2003).

Além disso, o sistema de integração produtor-agroindústria tem sido apontado como “amenizador” das crises. ROPPA (2003b, p. 20), por exemplo, afirma que “A região Sudeste, onde predomina o suinocultor independente, é a que mais sentiu os efeitos da crise.... A região Centro Oeste continua sua expansão...”.

Em relação às crises constantes no setor de produção suinícola, e contrapondo a visão apresentada anteriormente por Roppa (que expressa claramente a busca do aumento constante da produção de suínos), o economista Martin Riordan afirma que a chave para controlar economicamente a atividade está na redução da produção, e questiona porquê sempre se espera que o mercado o faça, através da quebra de pequenos suinocultores. O autor afirma que a dificuldade em controlar a produção está relacionada, principalmente, ao fato de as grandes integrações terem como meta a auto-suficiência de suínos para abate, expandindo o setor para substituírem os criadores independentes; e de os poderes municipais e estaduais buscarem o aumento da produção para gerar mais riquezas e tributos nos seus municípios ou Estados.

Faz anos que estamos ouvindo que a solução para os problemas dos suinocultores está no aumento do consumo nacional, está no aumento das exportações, está na distribuição ‘justa’ dos lucros dos supermercados/indústrias, etc. ... A análise acima sugere que as soluções trazidas por esses fatores são passageiros. (RIORDAN, 2002, p. 26).

Riordan afirma, ainda, que cada vez que a suinocultura entra em crise, quem perde são os pequenos criadores sem recursos, pois grandes criadores e empresas têm acesso a recursos próprios ou de bancos.

A exemplo do ano de 2002-2003, a suinocultura tem atravessado inúmeras crises econômicas nas duas últimas décadas, relacionadas a fatores nacionais e internacionais. Historicamente, no entanto, após as crises, o rebanho volta a crescer, expandindo a atividade. O pensamento expresso por Roppa, que visualiza o aumento contínuo da produção de carne suína como gerador de riqueza, portanto, parece o mais aceito e divulgado, haja vista a expansão da produção no Centro-Oeste do Brasil, mesmo em anos de crise.

O desenvolvimento da atividade segue a tendência das novas exigências dos mercados mundiais, que levam à especialização e concentração para a obtenção de maior produtividade. Os sistemas confinados de produção de suínos são responsáveis pelo aumento da escala de produção e diminuição do número de pessoas envolvidas, dispondo um grande número de

animais em pequenas áreas. Estas características exigem maior investimento e especialização por parte dos produtores (BRASIL, 2002).

No panorama nacional, cabe ressaltar que as cinco principais empresas exportadoras de carne suína para o exterior totalizando 75% das exportações nacionais, possuem matriz em Santa Catarina (tabela 12).

TABELA 12: Abate e exportação de carne suína (toneladas) pelas principais empresas do ramo, associadas à Associação Brasileira de Pesquisa em Carne Suína – Abipecs, em 2002 (adaptado de Roppa, 2003b).

| Empresa | Cabeças abatidas | % nacional | Exportação (ton) | % nacional |
|----------------|------------------|------------|------------------|------------|
| Sadia | 3.941.069 | 10,4 | 81.201 | 17,1 |
| Perdigão | 2.571.634 | 7,3 | 64.182 | 13,5 |
| Aurora | 2.372.005 | 6,3 | 41.051 | 8,6 |
| Seara | 1.794.056 | 4,7 | 122.741 | 25,8 |
| Riosulense | 995.288 | 2,6 | 50.382 | 10,6 |
| Total nacional | 37.899.580 | 100,0 | 475.863 | 100,0 |

Independência ou integração?

Ser suinocultor independente, ou seja, não integrado à agroindústria, é visto, em muitos momentos, como vantagem, pois o produtor tem “liberdade” para buscar o melhor preço de venda do suíno no momento da comercialização.

Esta “liberdade” lembra-me GONÇALVES (1989) que, tratando de “o dia-a-dia individualista”, relatando sucintamente o processo de perda das terras de servos de um feudo e a “conquista da liberdade individual” (na medida em que os servos-camponeses passaram a ficar livres da opressão feudal e ganharam a liberdade de ir e vir, não estando mais presos à terra), afirma: “Se o servo ... pode, agora, trocar de senhor, ou melhor, de patrão, ele se verá constrangido de múltiplas formas a procurar sempre um patrão. Em outras palavras, ele pode trocar de patrão, mas terá sempre que buscar *um* patrão.”(p. 50).

Parafraseando-o, os suinocultores não se encontram em situação diferente: possuem a liberdade de ir e vir em busca de *patrão* que lhes adquira a produção, ou seja, de forma diferenciada dos integrados, estão também condicionados à agroindústria, ora com vantagem na comercialização, quando a procura pela agroindústria é maior que a oferta de suínos, ora com desvantagem, quando as ofertas aumentam ou há dificuldades para exportar, e o preço cai.

2.2.3 Santa Catarina – Sul de Santa Catarina

Desde os anos 60, a suinocultura apresenta grande importância econômica e social em Santa Catarina.

Em 1970, segundo INSTITUTO CEPA (1976), a maior densidade nacional de suínos era a catarinense, com 32,8 cabeças/km². As áreas de maior produção eram o Oeste e o Vale do Rio do Peixe, com 40% e 24% da produção catarinense, respectivamente. Na época, a produção Sul Catarinense correspondia a 7,5% da produção estadual. O pessoal ocupado no sub-setor suinocultura em Santa Catarina, em 1976, era, no setor primário, 50 mil famílias

mais 200 mil dependentes, e no setor industrial, eram gerados 4,5 mil empregos diretos mais 13,5 mil indiretos.

Quanto à comercialização, em 1975, 17% do rebanho no Estado era usado para consumo próprio, 38% era comercializado com intermediários e 45% com a indústria. Naquele ano, Santa Catarina exportou 1800 toneladas de carcaça para a Espanha, e havia interesse de outros países pela carne suína catarinense (INSTITUTO CEPA, 1976).

Nos vinte anos que se seguem, a suinocultura se torna uma das principais atividades econômicas do Estado.

Em 1996, havia em Santa Catarina 130,8 mil produtores de suínos, contabilizando um rebanho de 4,54 milhões de cabeças (36% de cabeças a mais do que em 1990). Dos estabelecimentos dedicados à suinocultura, 66,6% possuíam menos de 10 hectares, e 82% menos de 20 hectares. O Oeste Catarinense era (e ainda é) a maior mesoregião de produção no Estado: 68,5 mil produtores; 3,43 milhões de cabeças. A Sul Catarinense aparecia como segunda maior mesoregião produtora, com um rebanho de 514 mil animais, totalizando 11,3% da produção estadual. No período 85-96, foi esta última que apresentou a maior variação no rebanho: aumento de 107,4% (no mesmo período, a variação no Oeste foi de +57,9%, e nas demais regiões do Estado foi negativa) (IBGE, 1996; IBGE, 2000; FEDERAÇÃO..., 1999).

A produção catarinense apresentou uma expansão de 6,2% em 2000, sendo que, do total da produção, 18,2% destinaram-se ao consumo local, 65,8% ao mercado nacional e 16% às exportações. As vendas da produção cresceram 3,2%, aumentando a participação das empresas locais no mercado. Até junho de 2001 os abates estaduais já tinham atingido 4,0 milhões de cabeças, um crescimento de 5% sobre igual período de 2000, evidenciando o potencial de expansão da produção. Do total abatido, cerca de 77% foi sob inspeção federal, 17,7% sob forma de pequenos negócios artesanais (abatedouros e pontos de vendas) e de agricultores familiares e 11,9% foi abatido nas propriedades. Com estas características, e com sede das principais exportadoras nacionais de carne suína localizadas no Estado, a suinocultura aparece como a segunda principal atividade de formação do valor bruto da produção agrícola de Santa Catarina, participando com 15,4% do total estadual (BRASIL, 2002).

A suinocultura é uma atividade importante sob aspectos econômico e social, apontada como instrumento de fixação do homem no campo, já que tem sido desenvolvida basicamente em pequenas propriedades, tendo os sistemas confinados de produção como a base de sua expansão. No entanto, cabe ressaltar que, a partir da década de 90, ao contrário do que vinha acontecendo, o número de suinocultores no Oeste do Estado passa a diminuir devido à

implementação de sistemas especializados de produção em escala⁷¹. Essa fase desenvolve-se concomitantemente com o aumento da importância do mercado externo, que introduz novas exigências, principalmente sanitárias, para a qualidade do produto.

Independente dos aspectos sociais, os números evidenciam o crescimento econômico da atividade no Estado e no País. No entanto, quanto mais carne de suínos produzida, mais dejetos, o que gera inúmeros problemas de ordem ambiental que atingem toda sociedade. Como dizem, a suinocultura é “privatização do lucro e socialização dos prejuízos.”

Ao mesmo tempo, os números demonstram a complexidade que envolve a solução dos problemas ambientais relacionados à prática da suinocultura, uma vez que os aspectos econômicos continuam tendo primazia sobre os demais.

2.2.3.1 Crédito rural e programas

Observa-se, em INSTITUTO CEPA (1988), que diversas foram as fases da suinocultura no Estado:

- 1970-1975: grande incremento na demanda de recursos provenientes do Crédito Rural para a expansão e modernização da produção agrícola, devido aos benefícios decorrentes da política do crédito subsidiado. Foi nesse período que se verificou a implantação do sistema integrado no sul de Santa Catarina (1973) e também a maior expansão da suinocultura empresarial;

- 1975-1981: a demanda por crédito rural continuou em expansão, porém de forma mais moderada;

- a partir de 1981: retração da demanda por parte dos agricultores devido, principalmente, à elevação das taxas de juros, reduzindo os subsídios até então proporcionados pela política governamental;

- em 1987, no que se refere ao sul de Santa Catarina, o Instituto CEPA registrou resultados negativos, mais negativos que no restante do Estado devido à necessidade de importação do milho para alimentação dos animais;

- 1988: a procura por recursos do Crédito Rural pelos suinocultores é quase inexpressiva na mesoregião Sul Catarinense, ou nula, devido à elevação dos custos financeiros estabelecidos pelo Governo Federal para tal crédito. A expansão, em 1988,

⁷¹ Analisando a evolução da suinocultura no Oeste do Estado, verifica-se que, a partir do início da década de 90, ocorre expressiva diminuição no número total de suinocultores; diminui, também, o número de suinocultores integrados, pois as agroindústrias passaram a selecionar os integrados entre aqueles que apresentam maiores índices de produtividade. Isto ocorre sem alterar o progressivo aumento na qualidade e quantidade de carne suína produzida (FLORIT, 1999; GUIVANT, 1998).

embora insignificante, ficou a cargo de médios e grandes produtores, que utilizaram recursos próprios para novos investimentos, na expectativa de uma recuperação dos níveis de rentabilidade da suinocultura.

No início de 1994, foi lançado o *Programa de Expansão da Suinocultura e Tratamento de seus Dejetos em Santa Catarina*, chamado Programa BNDES, uma Política Operacional do Sistema BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, a ser executado em cinco anos, que financiava investimentos que objetivassem “expansão da produção e melhoria da produtividade da suinocultura e a conservação do meio ambiente” (BANCO..., 1994). Este Programa teve grande repercussão em todo Estado, sobretudo no Oeste. Segundo GUIVANT (1998), resultou de duas propostas que haviam sido encaminhadas separadamente ao Banco: uma enviada pela Coopercentral, que buscava financiamento para repassar aos seus integrados para melhoria das instalações e do plantel de suínos, e outra que visava a redução da poluição de origem suínica no Oeste do Estado, elaborada pela EMBRAPA-CNPSA em decorrência de ações de comunidades, prefeituras e promotorias públicas, de evidências científicas sobre os níveis de poluição dos rios e mobilização política regional⁷².

Em 1997 e em 2000-01 houveram novos impulsos para o aumento do rebanho suíno, devido à nova fonte de recursos via PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) e em função dos bons resultados econômicos da atividade desde o início de 2000, respectivamente.

Observam-se, ao longo da história do setor produtivo, variações do incremento ou decréscimo na produção em função do preço do suíno produzido e da disponibilização de linhas de crédito ou programas específicos para a suinocultura catarinense. No entanto, as variações estaduais têm sido apontadas como diferentes das que ocorrem em nível nacional, normalmente com menor decréscimo em anos de crise, devido à melhor organização da produção e à especialização do parque industrial (INSTITUTO CEPA, 1988; GIROTTO, 2002).

2.2.3.2 Legislação ambiental e suinocultura

As exigências legais que têm relação com a suinocultura dizem respeito à localização das construções, aos padrões de emissão de efluentes e à disposição de dejetos.

⁷² Coopercentral – agroindústria que aglutina as cooperativas do Oeste do Estado. EMBRAPA/CNPSA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, localizado em Concórdia, SC.

- Localização

O *Código Florestal* (Lei 4.771, de 15/09/1965) posteriormente alterado pelas Leis 7.511 de 07/07/1986 e 7.803 de 18/07/1989, estabelece a manutenção de faixas de vegetação marginal junto aos corpos d'água, consideradas áreas de preservação permanente (o que impede, portanto, qualquer uso):

“Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

1 - de 30 m (trinta metros) para os cursos d'água de menos de 10 m (dez metros) de largura;

2 - de 50 m (cinquenta metros) para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 m (cinquenta metros) de largura;

3 - de 100 m (cem metros) para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 m (duzentos metros) de largura;

4 - de 200 m (duzentos metros) para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 m (seiscentos metros) de largura;

5 - de 500 m (quinhentos metros) para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 m (seiscentos metros).

*Redação determinada pela Lei nº 7.803/89

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 m (cinquenta metros) de largura;

*Redação determinada pela Lei nº 7.803/89.”⁷³

A *Resolução* do Conselho Nacional do Meio Ambiente – *CONAMA n. 04 de 18/09/1985* determina que são Reservas Ecológicas as florestas e demais formas de vegetação situadas ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios naturais ou artificiais, desde o seu nível mais alto medido horizontalmente, em faixa marginal cuja largura mínima será: de 30 m para os que estejam situados em áreas urbanas; de 100 m para os que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 m; de 100 m para as represas hidrelétricas; nas nascentes, permanentes ou temporárias, incluindo os olhos d'água, deve ser mantida uma faixa mínima de 50 m. (Artigo 3º).

⁷³ Extraído de <http://200.192.66.7/alesc/docs/1983/6320_1983_lei.doc>, em 20/01/2004.

Em nível estadual, são estabelecidas outras limitações legais, que atingem a localização possível das granjas.

O *Decreto n. 14.250*, de 06/06/1981, que “regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental”, especifica:

“Art. 9º - As construções de unidades industriais, de estruturas ou de depósitos de armazenagem de substâncias capazes de causar riscos aos recursos hídricos, deverão ser dotados de dispositivos dentro das normas de segurança e prevenção de acidentes, e localizadas a uma distância mínima de 200 (duzentos) metros dos corpos d’água.

I Parágrafo 1º - Verificada a impossibilidade técnica de ser mantida a distância de que trata este artigo ou de serem construídos dispositivos de prevenção de acidentes, a execução do projeto poderá ser autorizada desde que oferecidas outras medidas de segurança.

(...)

F O artigo 9, parágrafos 1º, 2º e 3º com a nova redação dada pelo Decreto nº 3.610/89.”⁷⁴

Já o *Código Sanitário* da Secretaria Estadual de Saúde (Lei nº 6.320 de 20/12/83, regulamentada pelo Decreto nº 24.980 de 14/03/1985, alterado pelo Decreto nº 4.085 de 21/02/02) dispõe sobre habitação rural e urbana. No Decreto nº 4.085, especifica:

“Art. 1º - O Art. 55, caput, do Decreto nº 24.980/85, passa a vigorar com a seguinte redação:

‘Art. 55 – O produtor não poderá manter depósito de lixo ou estrume a uma distância menor que 20 metros de qualquer habitação rural.’

Art. 2º - Ficam alterados os incisos I e II, do art. 56 do Decreto 24.980/85, que passam a vigorar com a seguinte redação:

‘Art. 56 -

I – distanciamento de 20 metros da área de criação e unidades de armazenamento e/ou tratamento de dejetos, das divisas dos terrenos vizinhos.

II – com relação ao distanciamento das áreas de criação e unidades de armazenamento e/ou tratamento de dejetos até as estradas, será:

a) rodovias federais e estaduais: 15 metros (área não edificante) além do limite de faixa de domínio;

⁷⁴ Extraído de <<http://www.fatma.sc.gov.br/download/legislacao/tema3/dec14250.doc>>, em 20/01/2004.

b) rodovias municipais: 10 metros (área não edificante) além do limite da faixa de domínio;

c) para os municípios que não tem definida através de legislação a faixa de domínio das rodovias municipais, a distância será de 15 metros.”⁷⁵

O que se observa na realidade, no que se refere à localização das granjas e sistemas de armazenamento e tratamento de dejetos de suínos, é que raramente as construções obedecem à legislação: a situação mais freqüente no Estado é granja-sistema próximo ao rio, em distância inferior à determinada pelas Leis nº 7.511/86 e 7.803/89 que alteram o Código Florestal.

- Efluentes

O Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981, “regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental”. Esse decreto define, entre outros, a classificação e utilização dos corpos d’água, os padrões de classificação e os padrões de emissão de efluentes líquidos. Quanto aos padrões de emissão de efluentes:

“Art. 19 - Os efluentes somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água interiores, lagunas, estuários e a beira-mar desde que obedeçam as seguintes condições:

F O artigo 19 com a nova redação dada pelo Decreto nº 19.380/83.

...

XI - no caso de lançamento em cursos de água, os cálculos de diluição deverão ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes e vazão mínima dos cursos de água;

...

XIV - DBO 5 dias, 20° (vinte Graus Celsius) no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento); e

XV - os efluentes líquidos, além de obedecerem aos padrões gerais anteriores, não deverão conferir ao corpo receptor características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade de água, adequados aos diversos usos benéficos previstos para o corpo de água.”⁷⁶

⁷⁵ Extraído de <<http://www.fatma.sc.gov.br/download/legislacao/tema3/dec4085.doc>>, em 20/01/2004.

⁷⁶ Extraído de <<http://www.fatma.sc.gov.br/download/legislacao/tema3/dec14250.doc>>, em 20/01/2004.

O inciso XIV tem especial importância porque a carga orgânica é um dos principais poluentes advindos da suinocultura. Segundo FEDERAÇÃO... (1999),

A legislação estadual é muito bem elaborada no que se refere à eficiência de tratamento de despejos líquidos. Ela estabelece que, além da redução de 80% da carga poluidora, ou lançamento de 60 mg/L de carga orgânica, expressa em DBO, o despejo não pode conferir ao corpo de água receptor padrões em desacordo com os padrões de qualidade de água, assegurando sempre a autodepuração.

- Resíduos sólidos

O Decreto n. 14.250/81 estabelece, ainda:

“Art. 21 – o solo somente poderá ser utilizado para destino final de resíduos de qualquer natureza, desde que sua disposição seja feita de forma adequada ... ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedade pública ou particular.”

Em razão desse artigo, a incorporação dos dejetos de animais no solo é exigida pela FATMA, não podendo ficar expostos devido aos riscos de proliferação de insetos, emissão de odores e escurrimto superficial (FEDERAÇÃO, 1999).

- Licenciamento ambiental

O Artigo 69 do Decreto nº 14.250/81 diz: “a instalação, a expansão e a operação de equipamentos ou atividades industriais, comerciais e de prestação de serviços, dependem de prévia autorização e inscrição em registro cadastral, desde que inseridas na listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental.”

No Estado, a FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina, é o órgão responsável pela emissão de licenciamentos ambientais para as *atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental, entre elas a suinocultura* em sistema confinado, conforme determina a Portaria Intersetorial nº 01/2002 que “altera a Portaria Intersetorial nº 01/92 e dá outras providências”. Nesta Portaria de 2002 são alterados os itens que atingem diretamente a suinocultura, e passam a vigorar com a seguinte redação (onde NC é o número de cabeças, e NM, número de matrizes):⁷⁷

“01.54.00 – Criação de animais confinados de médio porte (terminação)

⁷⁷ Extraído de <http://www.fatma.sc.gov.br/download/legislacao/tema3/PORTARIA_INT_01_2002.doc>, em 20/01/2004.

Pot. Poluidor/Degradador: Ar: **P** Água: **G** Solo: **P** Geral: **G**

Porte: 500 <= NC <= 900: pequeno

900 < NC <= 2000: médio

NC > 2000: grande

01.54.02 – Granja de suínos de ciclo completo

Pot. Poluidor/Degradador: Ar: **P** Água: **G** Solo: **P** Geral: **G**

Porte: 60 <= NM <= 100: pequeno

100 < NM <= 230: médio

NM > 230: grande”

Em 1994, no Programa BNDES, era exigida licença ambiental para liberação do financiamento, o que provocou um grande salto na procura e no número de licenciamentos emitidos pela FATMA. Note-se que em junho daquele ano foi assinado o Decreto nº 4.602, visando atender os beneficiários do Programa, simplificando procedimentos e barateando os custos de licenciamento ambiental.

Segundo FEDERAÇÃO... (1999), nos anos anteriores, a convocação ao licenciamento era feita aos maiores produtores e em atendimento às reclamações em caso de lançamento de dejetos nos cursos d’água.

Em 1997, nova fonte de recursos via PRONAF passou a induzir inúmeros processos à regularização ambiental.

Até fevereiro de 1999, segundo o Banco de Dados da FATMA, já haviam sido protocolados 6.719 processos (desses, 88% já estavam licenciados). Estima-se que até aquela data, os processos atingiam 41% do rebanho catarinense de suínos (FEDERAÇÃO..., 1999).

Apesar do apoio de indústrias integradoras, de Prefeituras e da EPAGRI ser apontado como fator importante no que se refere ao licenciamento ambiental da suinocultura, GUIVANT (1998, p. 106) afirma:

a legislação ambiental acaba não sendo aplicada pela FATMA, que atribui isto à falta de pessoal técnico que realize o controle do que acontece no meio rural nos focos difusos de poluição. (...) Suinocultores reincidentes em eventos de poluição dos rios só acabam sendo multados como último recurso. Ainda que se contasse com pessoal capacitado para tal efeito, devem ser acrescentadas as dificuldades técnicas para realizar tal monitoramento, pois nem sempre é possível identificar as fontes da poluição. Este conjunto de problemas contribui para que os assuntos relativos à estocagem e distribuição dos dejetos animais acabem atrelados ao voluntarismo dos produtores, que não encontram interferências para o que acontece dentro de suas propriedades, pelo menos nesta questão.

FEDERAÇÃO (1999, p. 52) chama a atenção para o fato de que, em relação à suinocultura:

... falou-se apenas no controle da poluição das águas. É necessário ampliar o conceito para o controle da contaminação ou saturação do solo, proliferação de vetores e geração de odores, fatores estes que, embora vistos no conjunto, não receberam um enfoque especial, face à gravidade da poluição das águas”...

2.2.3.3 Antecedentes no Sul de Santa Catarina

Segundo o INSTITUTO CEPA (1988), a exploração da suinocultura como atividade de subsistência no sul de Santa Catarina data do início da colonização italiana e alemã na região. A partir da segunda metade do século XIX, os imigrantes europeus ali radicados tinham na suinocultura uma das principais fontes de abastecimento da pequena propriedade familiar, juntamente com a produção de olerícolas, a viticultura, o gado leiteiro, alguns cereais e, posteriormente, o feijão, a mandioca, o milho e o fumo. Nesta primeira fase, a suinocultura não constituía a atividade principal da propriedade, apenas gerava algum excedente que era comercializado junto aos centros urbanos próximos.

Nas primeiras décadas do século XX, com a crescente demanda por gordura de origem animal pelos grandes centros urbanos localizados na região Sudeste, a suinocultura adquiriu expressão econômica no sul de Santa Catarina, passando a se constituir em atividade voltada à exportação de banha e carne salgada, principalmente para as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. O produto era transportado por navios, via porto de Laguna. Os animais eram do tipo banha, criados de forma semi-extensiva, alimentados basicamente com batata doce e, em menor proporção, com milho e outros alimentos produzidos na propriedade. VOTTO (1999) associa com as origens da suinocultura no Sul do Brasil esse modo de produção, de animais de raças comuns, visando mais à obtenção de banha do que de carne.

Ainda segundo INSTITUTO CEPA (1988), a produção procedia da pequena propriedade local ou era trazida da região serrana, onde o suíno era criado de forma extensiva, os quais geralmente chegavam aos frigoríficos do sul do Estado abaixo do peso para abate, necessitando de um período de terminação. Esses animais eram entregues aos criadores locais para engorda.

A partir da década de 30 e início da década de 40, com o surgimento de grandes frigoríficos nas microrregiões Colonial do Rio do Peixe e Colonial do Oeste Catarinense, e com o declínio da comercialização da banha produzida no sul catarinense, muitos frigoríficos

reduziram seus abates, outros encerraram suas atividades. Mesmo em menor escala, a produção e o abate de suínos para a produção de banha continuaram expressivos até final da década de 50, quando o transporte já era feito por via rodoviária.

No início da década de 60, com o fomento à produção do porco tipo carne e com o surgimento dos óleos vegetais, a suinocultura entrou em declínio. Nesta época foi organizada uma sociedade, Frigorífico Sul Catarinense S.A. – Frisulca, com sede em Criciúma, que substituiu os pequenos abatedouros até então existentes. No início da década de 70, o Frisulca foi adquirido por um grupo empresarial da microregião Carbonífera, que passou a fomentar a produção do suíno tipo carne. Assim, a integração foi introduzida no sul em 1973, através da Avícola Eliane.

INSTITUTO CEPA (1976) apresenta dados da evolução do abate de suínos na microregião Carbonífera, entre 1970 e 1975: varia de 1,7% (15 mil cabeças, 1970) a 5,6% (75,6 mil cabeças, 1975) do abate estadual, de forma não linear. Quanto à industrialização, os dados, em 1975, são bem mais modestos: são industrializadas, na região, 43,3 mil cabeças, ou seja, 3% do abate catarinense. Dados sobre industrialização não aparecem antes desta data para a mesoregião Sul Catarinense.

Na década de 80, a suinocultura passou a se basear em um número menor de propriedades, porém com explorações empresariais, nas quais é, via de regra, a principal atividade econômica. Com o ressurgimento dessa atividade, reapareceram os pequenos abatedouros, alguns dos quais de porte médio, dotados de boas condições de abate e transformação.

Nessa época, a produção oriunda dos pequenos abatedouros da região é comercializada, via de regra, no mercado local. Apenas alguns abatedouros forneciam carne verde e embutidos para Blumenau e municípios próximos, no Vale do Itajaí (INSTITUTO CEPA, 1988).

Em 1988, o sistema integrado era mantido pela Cooperativa AgroLeite Ltda., com sede em Braço do Norte e 38 integrados, e pela Agroindústria Avícola Eliane S.A., única empresa com abate inspecionado, com sede em Criciúma e com 168 integrados em 21 municípios, sendo que o número de matrizes por produtor na mesoregião Sul era maior que a média estadual.

Na década de 90, outras empresas passaram a atuar na região, como Seara, Frigorífico Pamplona, e outros frigoríficos menores. O número de integrados varia, mas, em termos proporcionais, há mais produtores independentes do que em outras áreas do Estado.

No Sul Catarinense, particularmente na Bacia do Rio Tubarão, a produção empresarial de suínos possui um número de animais por propriedade superior ao registrado nas outras regiões tradicionalmente produtoras do Estado (Oeste e Vale do rio do Peixe). O tamanho da propriedade não é fator determinante para o dimensionamento da exploração, visto que na suinocultura especializada os insumos para a alimentação (principalmente milho e farelo de soja) não são produzidos na propriedade, mas importados de outras regiões e de outros estados.

O grande produtor, nesta Bacia, tem na especialização e no elevado número de matrizes suas principais características, pois, como é dependente da importação de insumos para fabricação de ração, necessita de maior produção, ou seja, procura, através da economia de escala, diminuir seus custos unitários.

CAPÍTULO 3 – O GEOSSISTEMA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORUJA-BONITO

3.1 DELIMITAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO GEOSSISTEMA

Devido à importância da suinocultura em nível nacional, e sobretudo em Santa Catarina, e diante dos conflitos gerados pelo uso dos recursos hídricos e da importância da poluição orgânica, principalmente de origem agropecuária, no sul do Estado, especificamente na Bacia do Rio Tubarão, foi escolhida uma pequena sub-bacia hidrográfica com elevada produção suinícola como sistema espacial objeto de estudo: a Bacia do rio Coruja-Bonito⁷⁸, situada no município de Braço do Norte (figura 4). O rio Coruja-Bonito é afluente do rio Braço do Norte que, por sua vez, é importante afluente do rio Tubarão.

Outros fatores que influenciaram para a escolha da área foram:

- a Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL (onde trabalhei como professora e pesquisadora) tinha interesse na área, pois buscava atuar em municípios próximos a Tubarão e possuía grupos de pesquisa ligados à temática ambiental, principalmente à gestão e qualidade de recursos hídricos;
- a bacia do rio Coruja-Bonito possui grande importância no quadro agropecuário do município de Braço do Norte;
- a poluição orgânica é facilmente perceptível no rio principal, e é apontada como sendo de origem agropecuária;
- há trabalho preliminar realizado na bacia pela EPAGRI, intitulado “Inventário das terras da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito” (EPAGRI - CIRAM, 2000), que serviu de base para o conhecimento da área no que se refere à atividade suinícola;
- devido à grande concentração de suinocultores em sua área, a bacia tem servido de área-piloto para projetos do Governo do Estado no Sul Catarinense, no que se refere à suinocultura e poluição das águas.

A referência à área estudada como um geossistema, apesar de sua pequena extensão, justifica-se pelo enfoque sistêmico sobre uma unidade espacial determinada e com características próprias, que permitem a sua individualização no contexto do próprio

⁷⁸ Tanto nas cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1976) quanto ao nível popular, o rio que dá nome à bacia é chamado Coruja das nascentes até, aproximadamente, metade de seu curso; após este trecho, até a foz junto ao rio Braço do Norte, é chamado rio Bonito. Trata-se de um rio na margem esquerda do rio Braço do Norte, que, por sua vez, é afluente do rio Tubarão. Optou-se, neste trabalho, por denominar a área pesquisada de bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito.

município de Braço do Norte, onde está totalmente inserida. A possibilidade de referi-la como uma das sub-unidades sugeridas por SOTCHAVA (1963⁷⁹, apud CHRISTOFOLETTI, 1999) foi descartada porque tais denominações não mostraram eco na literatura geral geográfica, e também porque, nesse caso, o estudo tomaria necessariamente outro rumo, dificultando o grau de detalhamento aqui apresentado.

Assim, o recorte do sistema complexo a ser estudado corresponde à bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito, cujos limites espaciais correspondem aos aspectos fisiográficos superficiais visualizados através de carta topográfica do IBGE e reconhecimento de campo.

Este espaço geográfico – a bacia – corresponde ao primeiro nível de análise, segundo o exposto por GARCÍA (2000). O segundo nível de análise corresponderá, de forma abrangente, ao universo no qual o sistema se encontra inserido, indo até a escala global.

SISTEMA ESPACIAL - GEOSISTEMA

Bacia Hidrográfica do Rio Coruja-Bonito, Braço do Norte

Considerando, ainda:

- que o tempo não pode ser visto como uma linha sobre a qual o presente representa apenas um ponto, mas sim é possuidor de um passado e de um futuro próximo;
- que na análise de sistemas complexos a historicidade é integrante do sistema;
- que ocorreu um grande aumento na criação de suínos no início da década de 90, definindo-se, a partir daí, um novo quadro da qualidade dos recursos hídricos superficiais regionais;

optou-se por realizar o estudo nesse período de tempo, buscando identificar fatores que, nestes anos, modificaram as estruturas do sistema e que atualmente mantêm um elevado nível de poluição hídrica por material orgânico.

RECORTE TEMPORAL

Início da década de 90 até 2003

Esse recorte permitirá compreender a evolução recente do sistema.

Considerando que não existem dados históricos exclusivos da bacia do rio Coruja-Bonito, utilizar-se-á, quando necessário, dados e informações gerais da região.

⁷⁹ SOTCHAVA, V. B. Définition de quelques notions et termes de Géographie Physique. *Dokl. Institute de Géographie de la Sibérie et Extreme Orient*, 3: 94-117, em russo, 1962.



FIGURA 4: Localização da bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito em Braço do Norte, sul do Estado. N^{os} 1 a 4 : pontos de coleta de água para monitoramento (ver item 3.5).

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA DO RIO CORUJA-BONITO, SUINOCULTURA E CONFLITOS

A área total da bacia do rio Coruja-Bonito é de 52 km², a altitude máxima é 540 m e a mínima 40 m; localiza-se na parte sudeste-leste do município de Braço do Norte. As nascentes do rio Coruja situam-se próximo à comunidade de Pinheiral, e o rio segue atravessando grande faixa da área rural do município; próximo à foz, onde já é chamado de rio Bonito, atravessa o perímetro urbano.

Na bacia do rio Coruja-Bonito, o rio é encaixado, o vale em V e a maior parte das encostas é íngreme, com limitações de uso agrícola devido à declividade acentuada. Observa-se, nas cartas do IBGE e no campo, que as declividades são maiores na parte central/jusante da bacia (comunidade de Santo Antônio), e são menores próximo às cabeceiras/parte central (comunidades de Pinheiral e Baixo Pinheiral) e parte urbana (comunidade de Rio Bonito). Estas diferenças de declividade ao longo do geossistema foram igualmente identificadas por EPAGRI-CIRAM (2000) através da curva hipsométrica da bacia. Características físicas da bacia são apresentadas na tabela 13.

TABELA 13: Características físicas da bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito (adaptado de EPAGRI-CIRAM (2000)).

| Parâmetro | Atributo |
|--|-------------------------|
| Área de drenagem | 52,0 km ² |
| Perímetro da bacia | 44,36 km |
| Coefficiente de compacidade | 1,72 |
| Comprimento axial da bacia | 15,9 km |
| Fator de forma | 0,20 |
| Comprimento do rio principal | 24,60 km |
| Comprimento total dos cursos d'água | 135,9 km |
| Densidade de Drenagem | 2,61 km/km ² |
| Índice de sinuosidade do curso d'água | 36,21% |
| Ordem da bacia (segundo Sthraler) | 4 ^a |
| Extensão média do escoamento superficial | 0,095 km |
| Declividade média | 19,32% |
| Altitude máxima | 540 metros |
| Altitude média | 303,8 metros |
| Altitude mínima | 40 metros |
| Tempo de concentração | 5 horas |

A ordem e a densidade de drenagem indicam que a bacia apresenta sistema de drenagem bastante desenvolvido. O índice de sinuosidade do rio Coruja-Bonito classifica-o como divagante, com possibilidade de ocorrência de áreas de deposição e áreas de erosão ao longo de seu percurso. Os valores de fator de forma baixo e índice de compacidade distante da

unidade indicam que a bacia não está sujeita a enchentes persistentes (EPAGRI-CIRAM, 2000).

Os solos predominantes na bacia são o Nitossolo (Podzólico Vermelho Amarelo, pela antiga classificação brasileira), com horizonte B textural e baixa fertilidade, podendo ser álicos; o Cambissolo, com profundidade variável, podendo ocorrer o Cambissolo Glêico quando apresenta hidromorfia; e o Neossolo Litólico (Litólico, pela antiga classificação), rasos e normalmente pedregosos (EPAGRI-CIRAM, 2000). Esses tipos de solo, em sua maioria, apresentam restrições para a produção agrícola, ainda mais estando associados, em sua maioria, a declividades acentuadas. Segundo valores de erodibilidade apresentados por PUNDEK (1994), são os solos catarinenses que apresentam maior suscetibilidade à erosão.

Médias climáticas provenientes da Estação Meteorológica de Orleans (município limítrofe de Braço do Norte) são apresentadas na tabela 14.

TABELA 14: Normais climáticas para as proximidades de Orleans (adaptado de: EPAGRI-CIRAM, 2000)

| mês | T média (°C) | Média T máx (°C) | Média T mín (°C) | Precip. total (mm) | Precip. máx. 24hs (mm) | Dias de chuva (n°) | UR (%) | Insolação (horas) | ETP (mm) | Probab. geada (%) |
|-----|--------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------|-------------------|-----------|-------------------|
| Jan | 23,0 | 31,2 | 16,5 | 167,2 | 75,5 | 12 | 83 | 175 | 136 | - |
| Fev | 23,1 | 30,5 | 16,9 | 167,8 | 106 | 13 | 85 | 156 | 116 | - |
| Mar | 21,6 | 29,3 | 16,2 | 156,7 | 121 | 12 | 86 | 173 | 95 | - |
| Abr | 19,0 | 26,1 | 13,1 | 93,5 | 78 | 8 | 85 | 145 | 68 | - |
| Mai | 16,1 | 24,1 | 10,4 | 87,3 | 92 | 7 | 85 | 148 | 47 | 17 |
| Jun | 14,3 | 22,3 | 8,5 | 78,5 | 70 | 8 | 87 | 136 | 36 | 40 |
| Jul | 14,2 | 22,4 | 7,9 | 90,7 | 85 | 7 | 85 | 149 | 36 | 38 |
| Ago | 15,0 | 23,5 | 9,0 | 117,2 | 123 | 9 | 85 | 135 | 44 | 26 |
| Set | 16,5 | 24,5 | 10,6 | 135,4 | 97 | 10 | 85 | 140 | 54 | 10 |
| Out | 18,9 | 26,4 | 12,7 | 131,5 | 77 | 10 | 84 | 178 | 79 | - |
| Nov | 20,5 | 28,4 | 14,2 | 107,2 | 85 | 8 | 83 | 170 | 95 | - |
| Dez | 22,4 | 30,2 | 15,7 | 137,6 | 135 | 11 | 84 | 168 | 130 | - |
| Ano | 18,7 média | 26,6 média | 12,7 média | 1470,6 total | 135 máx | 9,5 média | 84,6 média | - | 936 total | - |

Com precipitações distribuídas ao longo do ano e temperatura média anual de 18,7°C, o clima é caracterizado como subtropical úmido (Cfa segundo Koeppen). Estiagens, que podem comprometer a produção agrícola, ocorrem com maior frequência nos meses de novembro, dezembro e janeiro (a cada dois anos para novembro e dezembro, e probabilidade de 40% para janeiro) (EPAGRI-CIRAM, 2000).

Na bacia havia, em 2000, 63 propriedades com granjas de suínos, muitas delas associando produção de suínos e de gado de leite, e 13 abatedouros. As granjas totalizam 69 mil animais (capacidade instalada, EPAGRI-CIRAM, 2000). Considerando a área da bacia

(52 km²), obtém-se uma densidade de 1.327 suínos/km², e 593,4 m³ de dejetos de suínos são produzidos diariamente.

Algumas análises de água evidenciaram a poluição dos recursos hídricos na bacia, principalmente no que se refere à quantidade de fosfatos, de nitratos, de coliformes fecais e totais, e à DBO, bem como de sólidos totais e turbidez (SANTA CATARINA, UNISUL, 1998; EPAGRI-CIRAM, 2000). Análises realizadas pela EPAGRI⁸⁰, a pedido de produtores rurais, nos anos de 97 a 99, evidenciam a poluição de recursos hídricos superficiais e subterrâneos por coliformes totais e fecais, em todo o município, destacando-se comunidades como Rio Bonito e Pinheiral, localizadas na bacia em estudo.

A utilização dos rios como receptor final, direto ou indireto, de dejetos produzidos pela atividade agropecuária, geram importantes problemas ambientais e conflitos de uso das águas superficiais, devido ao comprometimento de sua qualidade.

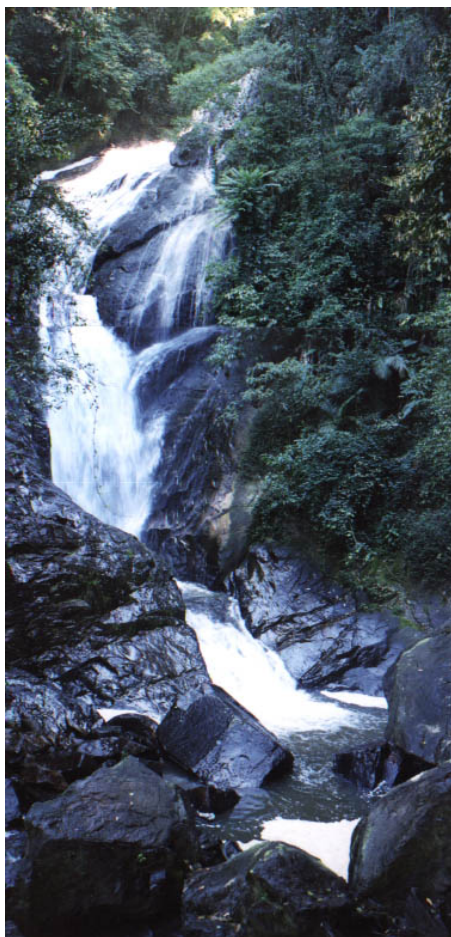


FIGURA 5: Cascata das Corujas

Localmente, o principal conflito se dá entre a atividade agropecuária (leia-se suinocultura) e a atividade turística em expansão. A atividade turística envolve proprietários rurais que organizam atividades campestres, algumas em associação com o Complexo Turístico de Termas do Gravatal. A “Cascata das Corujas”, por exemplo, localizada na bacia, é conhecida pela beleza da cascata e pela infra-estrutura de lazer e pousadas instaladas. Neste local, apesar dos atrativos, ocorre o mau cheiro da água e a grande quantidade de borrachudos afastar os visitantes da cachoeira, e placas com o aviso de “água imprópria para banho” estão colocadas ao longo do curso d’água (figuras 5 e 6).

⁸⁰ Resultados fornecidos pelo Escritório Local da EPAGRI de Braço do Norte, da água de fontes e poços.



FIGURA 6: Placa alertando que a água é imprópria para banho, próximo à Cascata das Corujas, localidade de Santo Antônio.

Outras reclamações, tanto dos moradores da bacia quanto da área urbana do município, dizem respeito à incidência elevada de borrachudos e ao desagradável odor de dejetos no ar e na água.

Cabe lembrar que não são apenas as atividades rurais as “acusadas” de poluírem o rio. O rio Bonito-Coruja, próximo à foz, atravessa a área urbana. O município não possui sistema de coleta de esgoto, e, visivelmente, muitas habitações lançam o esgoto diretamente no curso d’água. Em reuniões realizadas ao longo de 2000 que contaram com a presença de habitantes da área rural e da área urbana, ocorreram trocas de acusações entre “poluidores” – pessoas da área urbana acusaram moradores da área rural, sobretudo os suinocultores, e os suinocultores, se “defendendo”, acusaram empresas e moradores da área urbana de poluírem o rio.

Conforme se constata, a situação de Braço do Norte, e, particularmente, da bacia do Rio Bonito-Coruja, é crítica e alarmante no que se refere à poluição dos recursos hídricos (principalmente devido à atividade agropecuária) e aos conflitos gerados, justificando pesquisas na área.

3.3 LEVANTAMENTO NA ÁREA RURAL DA BACIA

A fase de estudos sobre a bacia do rio Coruja-Bonito compreendeu um levantamento das condições sócio-econômicas e ambientais da área rural da bacia, que consistiu na aplicação de questionário fechado, na tabulação e interpretação dos dados obtidos, e na realização de uma reunião com a comunidade, no dia 20 de outubro de 2001, no Salão Paroquial da Igreja do Pinheiral. Este levantamento foi realizado em 2001, como parte integrante desta tese e de uma dissertação (BRASIL, 2002).

O relatório apresentando objetivos, metodologia e resultados, consta no ANEXO 1: CONDIÇÕES SÓCIO ECONÔMICAS E AMBIENTAIS DA ÁREA RURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CORUJA-BONITO, BRAÇO DO NORTE, SC (BRASIL e HADLICH, 2002). A partir desse levantamento, constatou-se, entre outros, o que segue.

1. Na área rural da bacia hidrográfica do rio Bonito-Coruja, as propriedades são predominantemente pequenas, pois 70% possuem menos de 20 ha, sendo que aproximadamente 50% possuem menos de 10 ha.

2. A pecuária destaca-se como atividade econômica, envolvendo propriedades na produção, sobretudo, de suínos e de bovinos (principalmente de leite), gerando empregos na produção primária e na agroindústria (há 14 abatedouros na área levantada). É mais desenvolvida em propriedades de 20 a 50 ha, e predomina nas poucas propriedades que têm entre 50 e 100 ha.

3. As menores rendas estão em propriedades onde a agricultura é principal fonte de renda, bem como onde é desenvolvida a agricultura + pecuária (normalmente pouco especializada), ou outra fonte (como, por exemplo, aposentadoria). Já a pecuária especializada, bem como a atividade agroindustrial, têm as maiores rendas.

4. As associações produtivas mais freqüentes na área rural da bacia são:

- agricultura + bovinocultura mista + aves de fundo de quintal;

- agricultura + bovinocultura de leite + aves de fundo de quintal;

- bovinocultura de leite + suinocultura + agricultura + aves de fundo de quintal.

Interessante notar que, dos 39 suinocultores que responderam ao questionário, apenas um possui gado misto. Em contrapartida, 29 criam bovinos de leite, demonstrando a especialização e a associação na produção para quem possui a pecuária como principal fonte de renda. Isto está relacionado à presença, nas proximidades (como no município de Rio Fortuna, por exemplo), de diversos abatedouros e frigoríficos de suínos e de indústrias de processamento de leite. E, segundo alguns proprietários, o uso de dejetos de suínos como adubo orgânico nas pastagens favorece o desenvolvimento da bovinocultura de leite associada à suinocultura.

5. Na suinocultura, atualmente, poucos produtores são integrados à indústria (apenas 19%), e a maior parte tem produção de ciclo completo.

6. A bovinocultura de leite está mais presente do que a bovinocultura mista (que também serve como fonte de renda através da comercialização de excedentes), com rebanho maior e em maior número de propriedades. A produção é de cerca de 9 mil litros de leite por dia, envolvendo 70 produtores e um rebanho de 1.800 animais. Essa produção é

predominantemente integrada a agroindústrias próximas. A bovinocultura de corte é pouco expressiva quando comparada com a de leite, abrangendo somente 22 das 187 propriedades onde foi realizada a entrevista. A avicultura especializada é pouco desenvolvida; no entanto, em 54% das propriedades encontram-se aves de fundo de quintal, visando produzir ovos e carne para consumo próprio ou comercialização eventual do excedente.

7. Quanto à agricultura, 21,4% das propriedades têm, nessa atividade, sua principal fonte de renda. As principais culturas produzidas na área são milho, cana-de-açúcar, aveia/azevém, fumo, feijão e mandioca; as principais produções estão relacionadas à produção animal. Grande parte do que é produzido é para consumo na própria propriedade.

8. As lavouras temporárias ocupam, aproximadamente, 18% da área estudada, sendo que a maior proporção de uso do solo é de pastagens (42%).

9. Quanto à água que é consumida pela população, com base nas declarações dos entrevistados, 87,5% das amostras analisadas possuem algum tipo de poluição. Apesar dessa elevada proporção, 87% dos entrevistados não aplicam tratamento algum à água utilizada.

10. Quanto ao destino de águas residenciais, a maior parte atinge cursos d'água superficiais, e no caso de dejetos humanos, em 16% das propriedades não há fossa para acúmulo e tratamento desses dejetos. A carência em saneamento básico é evidente, o que leva ao desenvolvimento de problemas de saúde na população, observáveis nos sintomas e doenças declaradas nas entrevistas. Inúmeras vezes foram citados problemas de dor de cabeça, pressão alta, tonturas, problemas de pele, dores abdominais, diarreias, calafrios e vômitos, sintomas típicos de intoxicação por agrotóxicos e/ou do consumo de água contaminada (infelizmente, a falta de estudos epidemiológicos impedem um estabelecimento claro da relação entre as doenças citadas e a poluição dos corpos d'água). Vale lembrar que $\frac{1}{4}$ da população utiliza plantas medicinais no tratamento de sintomas e doenças, o que aponta para a necessidade da realização de um trabalho de esclarecimento sobre o uso adequado dessas plantas.

A fim de analisar o que sustenta a poluição na bacia em estudo, especificamente no que se refere à criação suinícola, tratar-se-á do assunto em duas fases da cadeia produtiva: produção, e industrialização e comercialização. Em seguida, outras fontes de poluição serão abordadas.

Inicialmente, porém, será caracterizada (quali e quantitativamente) a água do rio principal, o Coruja-Bonito, buscando evidenciar os principais aspectos relativos à poluição hídrica local.

A descrição do sistema, seus subsistemas, componentes, processos, relações e fatores endógenos e exógenos, estrutura, que atuam no sistema e levam à sua organização, serão descritos de forma conjunta, visando ressaltar processos e relações que mantêm a “estrutura poluidora” local. Esta descrição será acompanhada de aspectos históricos que permitam compreender a evolução recente do sistema – aliás, iniciemos com um pouco de história.

3.4 ANTECEDENTES LOCAIS

O desenvolvimento da suinocultura na mesoregião Sul Catarinense foi abordado em item anterior.

Buscando maiores detalhes em nível local, em conversas sobretudo com suinocultores, nos anos de 2001 a 2003, em diferentes oportunidades⁸¹, questionei os motivos da instalação da atividade com elevado nível de tecnologia e da grande expansão no município, sobretudo na bacia em estudo. A conversa sempre se encaminhava para um mesmo sentido: “Por um lado, a agricultura rendia (e rende) pouco, e é dificultada pela estrutura agrária (pequenas propriedades) e relevo acidentado; por outro, um produtor investiu na criação de suínos, investiu em tecnologia, e foi ganhando cada vez mais dinheiro, e aí os outros, querendo ganhar dinheiro também, entraram para a atividade, e, querendo ganhar cada vez mais dinheiro, foram ampliando as granjas”.

Sob essa ótica, o ganho econômico com a atividade parece ter atuado, durante algum tempo, como “realimentador” positivo: quanto maior o ganho, maiores os investimentos visando maiores lucros. Esse processo, no entanto, sempre esteve condicionado a fatores externos ao sistema em estudo: linhas de crédito, programas de expansão, preço dos suínos, etc., envolvendo instituições privadas e governamentais. Esses fatores diversos, variáveis e oscilantes na história da suinocultura, refletiram-se em variações no rebanho, mas não evitaram o crescimento e expansão da atividade.

Na década de 90, um programa com grande repercussão na suinocultura (principalmente no Oeste do Estado), foi o Programa BNDES, já citado no item *Crédito Rural e Programas*. O valor total disponível para o Programa era de cem milhões de reais, o que correspondia, na época, a mais de cem milhões de dólares. Eram considerados “clientes deste Programa os produtores de suínos integrados, localizados em Santa Catarina” (BANCO...,

⁸¹ Essas conversas ocorriam principalmente no momento das coletas de água para monitoramento do rio, ou em inúmeras reuniões para tratar do “PNMA 2 - suinocultura” e em curso de Elaboração e Gestão de Projetos (Programa e curso aos quais farei referência posteriormente).

1994), e o objetivo era expandir a produção, melhorar a produtividade e diminuir a poluição hídrica por dejetos de suínos.

Este programa, lançado em fevereiro de 1994, a ser executado em 5 anos, destinado a suinocultores integrados à agroindústria, previa estimular a modernização da suinocultura através de construção e investimentos em unidades de produção de suínos e aquisição de matrizes. O viés ambiental previa a construção de sistemas de armazenamento e tratamento de dejetos, destacando-se as esterqueiras, e a aquisição de equipamentos para distribuição e utilização dos dejetos como adubo orgânico⁸².

Segundo dados fornecidos por FEDERAÇÃO (1999), apenas 29 projetos vinculados ao Programa BNDES haviam sido encaminhados à FATMA para obtenção do licenciamento ambiental no município de Braço do Norte. No entanto, é exatamente a partir de 1994 que o rebanho suíno em Braço do Norte dá um salto, e que o município passa a ser reconhecido como de elevada produtividade e qualidade na produção de suínos, decorrente da aplicação de elevada tecnologia.

Paralelamente, na década de 90, foram se instalando abatedouros e frigoríficos na bacia, e atualmente se tem 13 abatedouros ou frigoríficos, formando, localmente, um pequeno complexo industrial ligado à produção de carne suína.

Com base em VOTTO (1999), que trata de complexos industriais e crescimento do sistema de integração no Oeste Catarinense, podemos dizer que uma das principais características da atividade aponta para a especialização funcional dos componentes do sistema e para a composição de uma estrutura de consumo voltada para os produtos industrializados da carne suína.

Esse processo é confirmado na bacia do rio Coruja-Bonito. O Sr. Adir Engel, Presidente da ABCS-Regional Sul⁸³, morador de Braço do Norte, em conversa em 2002, afirmou que a tendência é de maior especialização na produção, ou seja, produtores estão deixando de produzir o ciclo completo para se especializarem em produção de leitões (que são comercializados com 6-8 kg ou 20-30 kg, não somente localmente, mas exportados para o Oeste Catarinense ou mesmo outros Estados), ou na terminação. O Engenheiro Agrônomo da

⁸² GUIVANT (1998) trata especificamente desse Programa no artigo “Conflito e negociações nas políticas de controle ambiental: o caso da suinocultura em Santa Catarina”. Nesse artigo, afirma que “ havia, até dezembro de 1996, 2 mil projetos financiados pelo Programa. Entretanto, grande parte dos recursos é destinada à expansão e implantação de instalações e matrizes, contra um reduzido investimento nas atividades relacionadas exclusivamente com a conservação do meio ambiente (2,5% do total dos projetos).” Mas, adiante, salienta: “isto não significa que o restante dos financiamentos não incluam este aspecto. Todos os projetos devem incluir recursos para construção de esterqueiras ou bioesterqueiras, ainda que não seja estipulado que percentagem do total.” (p. 109).

⁸³ ABCS – Associação Brasileira de Criadores de Suínos.

EPAGRI de Braço do Norte, Antônio Filgueiras, em conversa em janeiro de 2004, contou que o número de suinocultores que deixaram de produzir o ciclo completo e passou a produzir leitões aumentou no último ano, e que o número de integrados à agroindústria também está aumentando na bacia devido ao aumento no preço dos insumos e à instabilidade do mercado para os produtores independentes (através da integração, os integrados têm garantia de venda do produto para a agroindústria integradora).

A especialização no sistema produtivo, conforme lembra MORIN (1989), aumenta a precisão, a eficácia, a rapidez e a funcionalidade do sistema. “Mas o aumento das qualidades organizacionais ao nível do todo paga-se com uma perda de qualidade ao nível das partes especializadas” (p. 283). A especialização determina uma diminuição de autonomia e uma inibição/limitação das competências do produtor; a especialização não passa de um aspecto de uma complexidade organizacional.

3.5 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO CORUJA-BONITO

A caracterização das águas do rio Coruja-Bonito é fundamental, uma vez que a questão norteadora do trabalho refere-se à manutenção dos processos de poluição desse rio. Assim, foram realizadas diversas etapas de pesquisa com esse objetivo. Estas etapas permitiram, mais especificamente:

- *avaliar a qualidade das águas*, através dos parâmetros selecionados para monitoramento e resultados das análises, conjugados com uma análise espacial e fisiográfica da bacia e do rio;

- *avaliar a vazão do rio*, através de sua medição nos pontos de coleta.

Foi possível, também, contribuir para discussões a respeito do seu poder auto-depurativo e de diluição e obter informações sobre as contribuições, para a poluição do rio, das áreas rural e urbana localizadas na bacia.

Segue a metodologia adotada para caracterizar as águas do rio e sua dinâmica. Todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa fizeram-se acompanhar de estudos bibliográficos específicos, relacionados a aspectos conceituais e metodológicos mais detalhados, bem como a resultados de estudos realizados em outros locais.

Foram analisados aspectos físicos – perfil longitudinal do rio e vazão (“quantidade de água”) – e aspectos físico-químico-biológicos, através de análises *in loco* e laboratoriais (“qualidade da água”).

Os resultados de qualidade da água e vazão foram armazenados em banco de dados montado em planilha de cálculo (Excel, Microsoft). Os dados das coletas foram analisados

através de gráficos, dados individuais e estatísticos obtidos a partir dos programas Excel (Microsoft) e Statistica 5.0. Os gráficos facilitaram a visualização da variação dos parâmetros ao longo do tempo e entre os diferentes pontos. A análise estatística visou determinar valores médios, diferenciar valores obtidos em pontos e em datas diferentes, e estabelecer correlações entre os resultados obtidos. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste Q de Dixon, a fim de identificar valores que pudessem ser considerados excepcionais e excluídos dos cálculos de médias e da análise do comportamento geral de diversos parâmetros ao longo do curso d'água estudado. Tabelas de correlação foram elaboradas com 95% de significância.

3.5.1 Pontos de coleta, coleta de amostras e parâmetros analisados

Inicialmente foi traçado o perfil longitudinal do rio, cuja análise auxiliou na determinação de pontos de coleta de água para realização de análises físicas, químicas e biológicas, a partir de informações coletadas no campo e análises laboratoriais de amostras de água.

Foram escolhidos quatro pontos para coleta e análise de amostras de água ao longo do rio Bonito-Coruja. A localização dos pontos foi feita segundo o perfil longitudinal do rio e a localização das áreas rural e urbana. Na área rural, foram observadas a declividade do rio e a área de maior concentração de granjas de suínos (segundo mapa apresentado por EPAGRI-CIRAM, 2000). No campo, foi ainda considerada a facilidade de acesso ao rio e a possibilidade de medição da vazão.

A figura 7 apresenta o perfil longitudinal do rio e a localização aproximada dos pontos de coleta. Os pontos de coleta também são apresentados na figura 4.

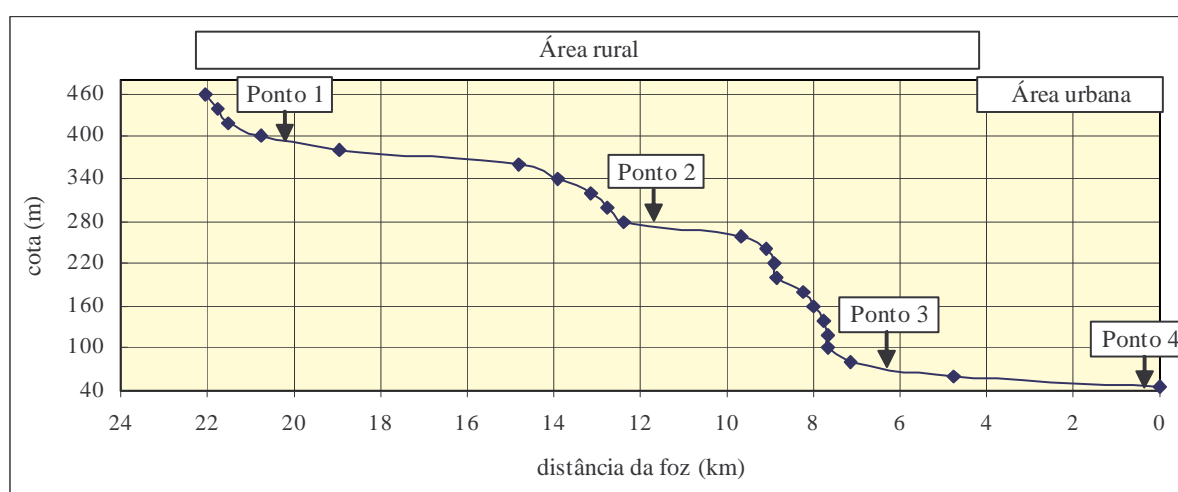


FIGURA 7: Perfil longitudinal do rio Coruja-Bonito e localização dos pontos de coleta.

As principais características, quanto à localização dos pontos, constam na tabela 15, e fotografias dos locais de coleta são apresentadas na figura 8. As coordenadas dos pontos foram estabelecidas a partir de uma média de três medidas efetuadas no campo com GPS (Global Positioning System) de navegação.

TABELA 15: Localização e características dos pontos de coleta de água no rio Bonito-Coruja.

| Ponto de coleta | Coordenada UTM | | Características |
|-----------------|----------------|----------|--|
| | Metros N | Metros E | |
| 1 | 6.879.677 | 688.162 | Próximo à nascente. Existem granjas de suínos a montante deste ponto, mas a maior concentração está à jusante. Comunidade de Pinheiral. |
| 2 | 6.872.678 | 686.557 | À jusante da área de maior concentração de granjas de suínos, e à montante da área de maior declividade do rio. Comunidade de Santo Antônio. |
| 3 | 6.871.820 | 684.066 | À jusante da área de maior declividade do rio, e à montante da área urbana. Comunidade de Santo Antônio, próximo a Rio Bonito. |
| 4 | 6.867.857 | 681.194 | Foz do rio Bonito-Coruja junto ao rio Braço do Norte; à jusante de parte da área urbana de Braço do Norte. |

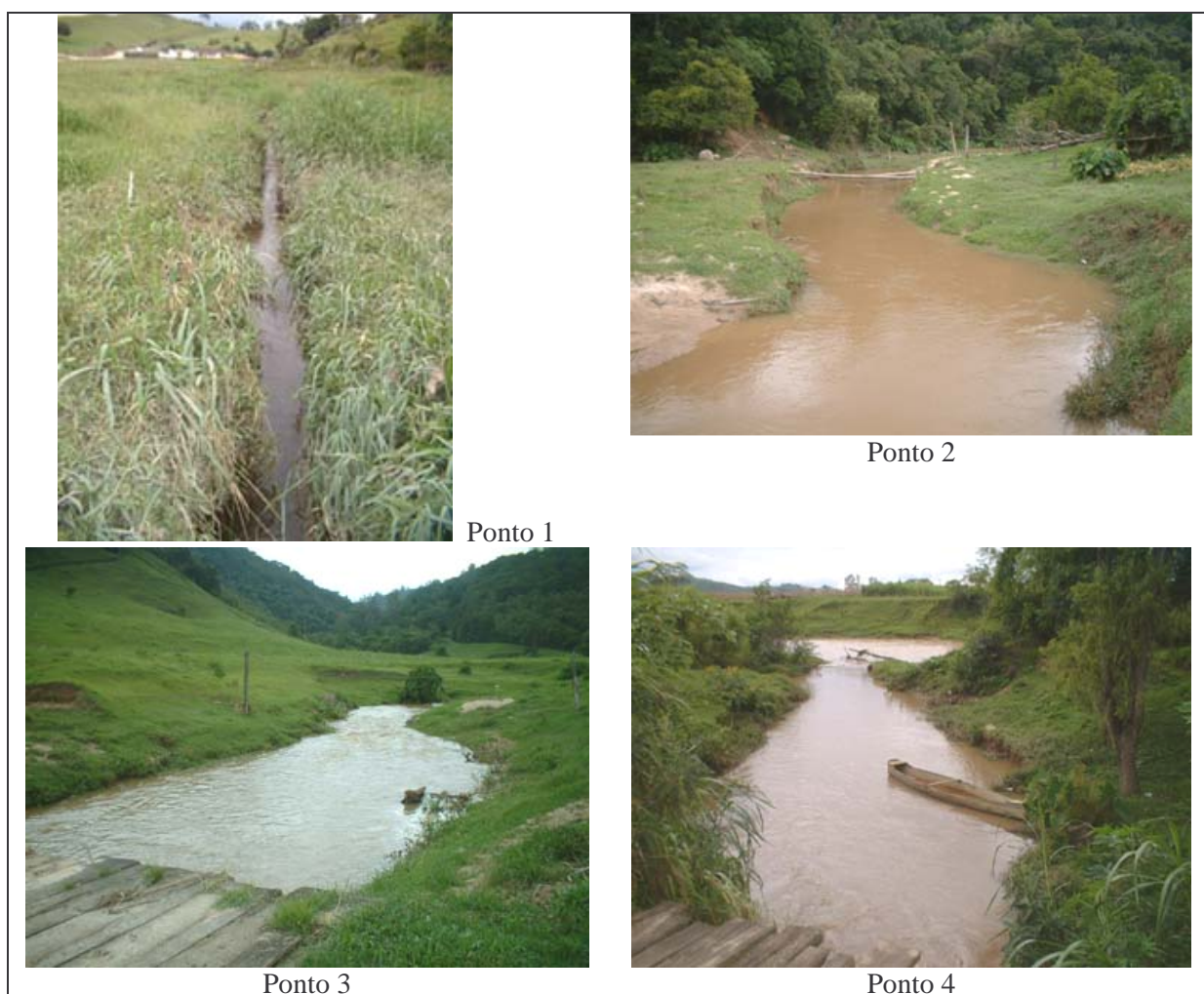


FIGURA 8: Pontos de coleta, rio Coruja-Bonito.

As coletas de amostras de água foram iniciadas em maio de 2001. Foram realizadas, até março de 2002, nove coletas (tabela 16) em quatro pontos do rio, totalizando 36 amostras de água.

TABELA 16: Data das coletas de amostras de águas realizadas no rio Bonito-Coruja

| Número da coleta | Data |
|------------------|--------------|
| 1 | 07 maio 2001 |
| 2 | 05 junho |
| 3 | 03 julho |
| 4 | 31 julho |
| 5 | 28 agosto |
| 6 | 25 setembro |
| 7 | 22 outubro |
| 8 | 11 dezembro |
| 9 | 5 março 2002 |

Os parâmetros selecionados para análise foram baseados em legislação (SANTA CATARINA, 1998; BRASIL-CONAMA, 1986) e em bibliografias específicas (como, por exemplo, CARMOUZE, 1994, WILLRICH e SMITH, 1970).

No momento da coleta, foram realizadas algumas análises no campo: temperatura do ar e da água, pH, OD e vazão. As medidas efetuadas no campo eram realizadas diretamente no corpo d'água, com equipamentos próprios. A figura 9 mostra fotografias tiradas em diferentes momentos de coleta.

As amostras de água encaminhadas ao laboratório foram coletadas da seguinte forma: 1. mergulho, manual e rápido, de frasco de coleta com a boca voltada para baixo, até cerca de 15 cm abaixo da superfície da água; 2. o frasco era direcionado de forma que sua abertura ficasse em sentido contrário à correnteza; 3. quando o frasco estava cheio com água do rio, era rapidamente retirado do corpo d'água, fechado e etiquetado. No caso dos frascos utilizados para coleta de amostra para análise de coliformes (vidraria esterilizada, âmbar), o frasco era preenchido em 2/3, e imediatamente fechado. Para as demais análises, era utilizada água coletada em bombonas plásticas de 3 L. As amostras eram encaminhadas ao laboratório (Laboratório do Centro Tecnológico da Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul) em menos de 5 horas após coletadas.

As análises realizadas em laboratório foram: condutividade, coliformes totais e fecais, DQO e DBO, turbidez e sólidos totais, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, fósforo total, sulfatos e sulfetos, ABS, cobre e zinco.

Todos os resultados obtidos para os pontos de coleta 1, 2, 3 e 4 constam nas tabelas 17, 18, 19 e 20, respectivamente.

O ponto 3, considerado da “área rural”, drena uma área de 32 km², o que corresponde a 62,5% da área total da bacia. A diferença de área drenada entre os pontos 3 e 4 corresponde à parte da área urbana do município de Braço do Norte e, também, a uma parte da área rural da bacia. Portanto, ao analisar os dados, é importante ter em mente que os pontos 1, 2 e 3 localizam-se em área rural, e, o ponto 4, em área predominantemente urbana. Ao se fazer referência ao “meio rural”, está se tratando dos pontos 1, 2 e 3 analisados conjuntamente.

Cabe salientar que, analisando matrizes de correlação dos pontos individualmente, conjuntos ou separados por área (meio rural: pontos 1, 2 e 3; meio urbano: ponto 4), não foi evidenciada correlação acima de 0,89 ao se tratar todos os pontos em conjunto, evidenciando comportamentos diferenciados entre o meio rural e o urbano. Para análise separada do meio rural e urbano, várias correlações foram obtidas.



Coleta no ponto 1.

Coleta de água em frascos específicos.
As coletas foram realizadas com apoio de professores e bolsistas da Unisul (na foto, apoio do prof. Ismael Bortoluzzi).



Coleta no ponto 2.

Os sensores dos equipamentos utilizados para medidas *in loco* eram mergulhados diretamente no rio.



Coleta no ponto 3.

As coletas eram realizadas no meio do rio.



Coleta no ponto 4.

Os frascos para coleta da amostras de água eram mergulhados a cerca de 15 cm de profundidade.

FIGURA 9: Fotografias mostrando diferentes momentos de análises *in loco*, no rio Coruja-Bonito, e coleta de amostras de água para análises em laboratório.

Abro parênteses para destacar que as coletas, feitas com autorização do proprietário que dava acesso ao rio, foram importantes não somente para o monitoramento em si, mas, também, para o estabelecimento de uma relação que desencadeou inúmeras conversas informais, a partir das quais foi possível perceber, mesmo que de forma empírica, idéias e conflitos entre diferentes segmentos (suinocultores, não suinocultores da área rural, moradores da área urbana).

TABELA 17: Resultados das análises das amostras de água coletadas no ponto 1, bacia do rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC.

| PARÂMETRO | UNIDADE | COLETA | | | | | | | | |
|----------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| T ar | °C | 14,0 | 18,3 | 11,4 | 13,7 | 13,6 | 17,2 | 18,6 | 23,0 | - |
| T água | °C | 16,4 | 17,0 | 13,8 | 12,8 | 16,0 | 17,4 | 18,5 | 21,0 | - |
| pH | Unidades pH | 6,05 | 6,08 | 5,91 | 5,34 | 5,21 | 6,04 | 5,60 | 7,90 | 6,45 |
| Condutividade | µS | 87,0 | 109,1 | 110,6 | - | - | 107,8 | 94,7 | 92,9 | 150,3 |
| OD | mg/L | 5,8 | - | 4,6 | 9,3 | 3,2 | 2,0 | 1,5 | 4,2 | 6,8 |
| Col. totais | NMP/100mL | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 |
| Col. fecais | NMP/100mL | 2.100 | 240.000 | 240.000 | 160.000 | 160.000 | 160.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 |
| DQO | mg/L | 15,5 | 37,8 | 19,0 | 122,7* | 28,3 | 9,0 | 22,9 | 19,0 | 28,8 |
| DBO | mg/L | - | - | 4,0 | 3,0 | 4,0 | - | 18,0 | 14,0 | 18,0 |
| Turbidez | FTU | 10,0 | 29,0* | 13,0 | 10,5 | 7,3 | 10,5 | 9,4 | 10,5 | 9,9 |
| Sólidos totais | mg/L | 73,6 | 115,2 | 107,0 | 76,0 | 74,6 | 100,8 | 92,0 | 106,4 | 106,8 |
| Nitratos | mg/L | 10,9 | 1,5 | 12,9 | nd | 3,4 | 2,5 | 2,8 | 4,0 | 0,9 |
| Nitritos | mg/L | - | - | 0,0034 | 0,0046 | 0,0033 | 0,0052 | 0,0065 | 0,0080 | 0,0020 |
| Amônia | mg/L | 4,40 | 2,20 | - | - | 0,95 | 1,80 | 1,01 | 1,40 | nd |
| Fósforo total | mg/L | nd | 0,0098 | 0,0130 | nd | nd | nd | 0,0065 | 0,0033 | nd |
| ABS | mg/L | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,24 | 0,23 | 0,14 | 0,27 | 0,11 | 0,40 |
| Sulfatos | mg/L | - | - | 72,0 | 193,1 | 23,2 | 63,2 | 71,6 | 82,2 | 121,5 |
| Sulfetos | mg/L | - | - | 0,09 | 0,27 | 0,14 | nd | nd | nd | nd |
| Cobre | mg/L | nd | 0,004 | 0,010 | - | - | - | - | - | - |
| Zinco | mg/L | 0,044 | 0,028 | 0,005 | - | - | - | - | - | - |
| Vazão | m³/s | 0,042 | 0,022 | 0,025 | 0,021 | 0,029 | 0,050 | 0,060 | 0,077 | 0,025 |

* Valores desconsiderados pelo teste Q de Dixon ($\alpha=5\%$); nd = não detectado.

TABELA 18: Resultados das análises das amostras de água coletadas no ponto 2, bacia do rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC.

| PARÂMETRO | UNIDADE | COLETA | | | | | | | | |
|----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| T ar | °C | 16,4 | 19,8 | 13,6 | 20,1 | 13,5 | 20,6 | 23,8 | - | - |
| T água | °C | 17,2 | 17,4 | 13,7 | 12,9 | 16,2 | 17,9 | 20,9 | - | - |
| pH | Unidades pH | 5,52 | 5,74 | 5,75 | 5,80 | 5,56 | 6,36 | 5,73 | 8,50 | 6,65 |
| Condutividade | µS | 78,0 | 88,1 | 89,8 | 73,8 | - | 109,7 | 82,2 | 93,8 | 116,5 |
| OD | mg/L | 8,4 | - | 8,8 | 9,9 | 8,8 | 18,3 | 8,1 | 8,4 | 17,7 |
| Col. totais | NMP/100mL | 240.000 | 160.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 |
| Col. fecais | NMP/100mL | 54.000 | 92.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 54.000 | 160.000 | 35.000 |
| DOO | mg/L | 23,3 | 28,3 | 14,3 | 66,1 | - | 27,1 | 15,3 | 18,0 | 48,1 |
| DBO | mg/L | - | - | 6,0 | 6,0 | - | 18,0 | 14,0 | 12,00 | - |
| Turbidez | FTU | 9,6 | 10,0 | 9,5 | 10,8 | - | 10,6 | 10,7 | 10,8 | 9,8 |
| Sólidos totais | mg/L | 75,2 | 76,4 | 83,2 | 112,0 | - | 98,0 | 114,4 | 98,8 | 98,0 |
| Nitratos | mg/L | 40,7 | 54,3 | 19,8 | 25,6 | - | 51,5 | 42,1 | 1,1 | 0,4 |
| Nitritos | mg/L | - | - | 0,0004 | 0,0195 | - | 0,0280 | 0,0240 | 0,0120 | 0,0018 |
| Amônia | mg/L | 2,70* | 0,73 | - | - | - | 19,4* | 0,56 | 0,62 | nd |
| Fósforo total | mg/L | 0,0033 | 0,0200 | 0,0130 | 0,0033 | - | 0,0098 | nd | 0,0098 | nd |
| ABS | mg/L | 0,51 | 0,13 | 0,11 | nd | - | 0,78 | 0,36 | 0,36 | nd |
| Sulfatos | mg/L | - | - | 36,6 | 102,1 | - | 57,8 | 45,6 | 53,0 | 100,9 |
| Sulfetos | mg/L | - | - | 0,13 | 0,18 | - | 0,18 | nd | nd | nd |
| Cobre | mg/L | nd | 0,004 | 0,010 | - | - | - | - | - | - |
| Zinco | mg/L | 0,044 | 0,028 | 0,005 | - | - | - | - | - | - |
| Vazão | m ³ /s | 0,804 | 0,595 | 0,587 | 0,715 | 0,541 | 0,551 | 0,627 | 0,568 | 0,597 |

* Valores desconsiderados pelo teste Q de Dixon ($\alpha=5\%$); nd = não detectado.

TABELA 19: Resultados das análises das amostras de água coletadas no ponto 3, bacia do rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC.

| PARÂMETRO | UNIDADE | COLETA | | | | | | | | |
|----------------|-------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| T ar | °C | 18,0 | 26,7 | 16,7 | 21,3 | 15,5 | 21,0 | 26,5 | 23,5 | - |
| T água | °C | 16,0 | 17,1 | 14,1 | 13,5 | 16,0 | 17,6 | 19,4 | 21,0 | - |
| pH | Unidades pH | 6,60 | 5,54 | 5,50 | 6,40 | 6,16 | 6,53 | 6,10 | 8,57 | 6,94 |
| Condutividade | µS | 75,9 | 72,2 | 77,0 | 68,5 | - | 91,7 | 78,8 | 96,3 | 100,5 |
| OD | mg/L | 9,2 | - | 9,5 | 10,1 | 9,7 | 21,1 | 9,3 | 9,5 | 20,4 |
| Col. totais | NMP/100ml | 240.000 | 35.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 |
| Col. fecais | NMP/100ml | 92.000 | 9.200 | 11.000 | 790 | 17.000 | 7.900 | 7.000 | 3.500 | 6.300 |
| DOO | mg/L | 93,1 | 443,7* | 9,5 | 13,3 | 9,4 | 9,0 | 15,3 | 9,8 | 48,0 |
| DBO | mg/L | - | - | 2,0 | 2,0 | 2,0 | - | 14,0 | 9,0 | 6,0 |
| Turbidez | FTU | 57,0* | 9,0 | 9,5 | 10,5 | 10,0 | 10,5 | 10,8 | 10,9 | 9,5 |
| Sólidos totais | mg/L | 327,6* | 86,0 | 74,8 | 103,2 | 92,6 | 96,0 | 99,6 | 98,8 | 106,4 |
| Nitratos | mg/L | 40,5 | 1,4 | 86,9 | 32,7 | 4,5 | 51,2 | 41,4 | 2,3 | 54,8 |
| Nitritos | mg/L | - | - | 0,0003 | 0,0097 | 0,0170 | 0,0270 | 0,0270 | 0,0160 | 0,0095 |
| Amônia | mg/L | 2,70* | 0,12 | - | - | 0,64 | 0,64 | 0,11 | 0,16 | nd |
| Fósforo total | mg/L | 0,0160 | 0,0210 | 0,0065 | nd | nd | 0,0033 | 0,0098 | 0,0034 | nd |
| ABS | mg/L | 0,09 | 0,91 | 0,11 | nd | nd | 0,74 | 0,37 | 0,34 | 0,61 |
| Sulfatos | mg/L | - | - | 37,0 | 258,6* | 55,1 | 54,5 | 29,3 | 96,0 | 88,4 |
| Sulfetos | mg/L | - | - | 0,13 | 0,62 | 0,40 | 0,09 | nd | 0,42 | nd |
| Cobre | mg/L | nd | nd | 0,010 | - | - | - | - | - | - |
| Zinco | mg/L | 0,029 | 0,024 | 0,001 | - | - | - | - | - | - |
| Vazão | m ³ /s | 1,277* | 0,875 | 0,702 | 0,724 | 0,603 | 0,570 | 0,837 | 0,899 | 0,761 |

* Valores desconsiderados pelo teste Q de Dixon ($\alpha=5\%$); nd = não detectado.

TABELA 20: Resultados das análises das amostras de água coletadas no ponto 4, bacia do rio Coruja-Bonito, Município de Braço do Norte, SC.

| PARÂMETRO | UNIDADE | COLETA | | | | | | | | |
|----------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| T ar | °C | 19,9 | 28,5 | 17,1 | 25,5 | 15,9 | 20,7 | 22,8 | 23,0 | - |
| T água | °C | 17,0 | 18,3 | 15,0 | 14,9 | 16,9 | 18,3 | 23,6 | 21,8 | - |
| pH | Unidades pH | 7,04 | 5,73 | 5,64 | 6,00 | 5,54 | 6,57 | 5,94 | 8,53 | 6,38 |
| Condutividade | µS | 94,0 | 86,8 | 83,5 | 85,4 | nd | 100,0 | 90,2 | 93,7 | 116,7 |
| OD | mg/L | 8,0 | - | 7,3 | 7,6 | 7,6 | 17,8 | 7,3 | 8,1 | 16,9 |
| Col. totais | NMP/100mL | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 | 240.000 |
| Col. fecais | NMP/100mL | 22.000 | 35.000 | 240.000 | 54.000 | 54.000 | 4.600 | 4.900 | 92.000 | 240.000 |
| DOO | mg/L | 31,0 | 708,0* | 20,0 | 94,4 | 9,5 | 18,0 | 15,3 | 18,0 | 38,5 |
| DBO | mg/L | - | - | 13,0 | 11,0 | 8,0 | 17,0 | 14,0 | 13,0 | - |
| Turbidez | FTU | 10,0 | 9,0 | 8,8 | 10,8 | 10,1 | 10,9 | 11,3 | 11,1 | 9,6 |
| Sólidos totais | mg/L | 82,0 | 86,4 | 115,2 | 110,8 | 102,8 | 91,2 | 147,2 | 112,0 | 131,6 |
| Nitratos | mg/L | 43,3 | 38,7 | 63,0 | nd | 4,6 | 48,1 | 17,6 | 0,8 | 15,3 |
| Nitritos | mg/L | - | - | 0,0021 | 0,0037 | 0,2600* | 0,0170 | 0,0120 | 0,0078 | 0,0077 |
| Amônia | mg/L | 2,80* | 0,24 | - | - | 0,48 | 0,32 | 0,45 | 0,16 | nd |
| Fósforo total | mg/L | 0,0130 | 0,0220 | 0,0810* | nd | 0,0065 | 0,0034 | nd | 0,0130 | 0,0032 |
| ABS | mg/L | 2,53* | 0,36 | 0,10 | 0,90 | nd | 0,90 | 0,20 | 1,15 | 0,01 |
| Sulfatos | mg/L | - | - | 81,5 | 219,5* | 56,8 | 72,4 | 8,2* | 71,3 | 68,0 |
| Sulfetos | mg/L | - | - | 0,18 | 0,44 | 0,36 | nd | nd | nd | nd |
| Cobre | mg/L | nd | nd | 0,010 | - | - | - | - | - | - |
| Zinco | mg/L | 0,014 | 0,020 | 0,001 | - | - | - | - | - | - |
| Vazão | m ³ /s | 3,440* | 0,992 | 4,204* | 1,277 | 0,904 | 1,403 | 1,615 | 1,660 | 1,565 |

* Valores desconsiderados pelo teste Q de Dixon ($\alpha=5\%$); nd = não detectado.

3.5.2 Parâmetros analisados no campo

Algumas análises foram realizadas no campo, devido à disponibilidade de equipamentos portáteis, ou de métodos específicos (no caso da vazão).

a) Temperatura do ar e da água

Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura no meio aquático condiciona outros parâmetros físicos, químicos e biológicos. Em geral, a temperatura modifica propriedades como viscosidade, tensão superficial, e solubilidades, além de maiores temperaturas favorecerem a reprodução de organismos fitoplanctônicos (BORTOLUZZI, 2003; GIOMETTI, 1998)

Ao longo do dia e do ano, a temperatura da água sofre influência da temperatura do ar, mostrando, no entanto, menores variações devido ao elevado calor específico da água.

No trabalho de campo, as temperaturas do ar e da água foram medidas com termômetro digital portátil. A temperatura da água foi medida a cerca de 15 cm de profundidade.

Resultados

As temperaturas do ar variaram, no horário da coleta, de 11,4 a 28,5°C, apresentando temperaturas elevadas mesmo no período de inverno. A temperatura da água variou de 12,8 a 23,6°C.

Vale lembrar que as coletas eram iniciadas por volta das 8 horas da manhã, no ponto 1, encerrando-se por volta das 11 horas no ponto 4. Nesse período, em geral as temperaturas do ar já eram superiores à da água.

A figura 10 apresenta as temperaturas médias do ar e da água nas diferentes datas de coleta. Na última coleta, o termômetro apresentou problemas, impedindo a leitura dos dados no campo.

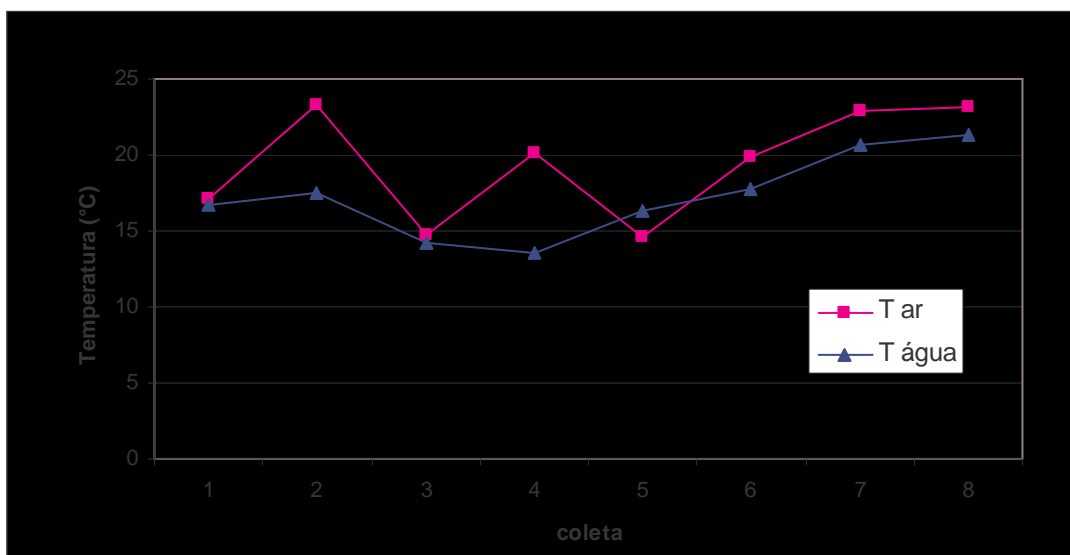


FIGURA 10: Temperaturas médias do ar e da água durante as coletas de amostras de água.

b) Potencial de hidrogênio – pH

O pH influencia as reações químicas nos processos de complexação, formação de precipitados, com a respectiva coágulo-floculação e formação de sedimentos. Valores baixos de pH tendem a dissolver metais das estruturas, adicionando constituintes à água, tais como ferro, cobre, zinco. A solubilidade de nutrientes, como fosfato e amônia, também é fortemente modificada; o fosfato apresenta maior solubilidade em pH próximo de 7. As reações biológicas podem aumentar o pH pela geração de amônia, ou diminuição do pH pela geração de ácidos orgânicos em meio redutor (BORTOLUZZI, 2003). A condição de acidez/alcalinidade da água, expressa pelo pH, influi na produção e distribuição de organismos aquáticos (GIOMETTI, 1998).

CARMOUZE (1994) afirma que se deve considerar que o eletrodo mede o potencial externo e que pode ser influenciado por outros fatores como a força iônica, a temperatura e o próprio potencial redox do meio. O autor aponta diferenças de valores de 1% entre o valor real e o valor medido com pHmetro sem correções.

Nas análises realizadas no rio Bonito-Coruja, está sendo utilizado um pHmetro digital portátil, com correção automática de temperatura.

Resultados

O valor médio do pH no rio Bonito-Coruja é de 6,3, sendo que inúmeras amostras apresentaram valores inferiores ao mínimo previsto pela Resolução 020/86 do CONAMA (BRASIL-CONAMA, 1986), que é de 6,0.

Os dados de pH em cada coleta são apresentados na figura 11.

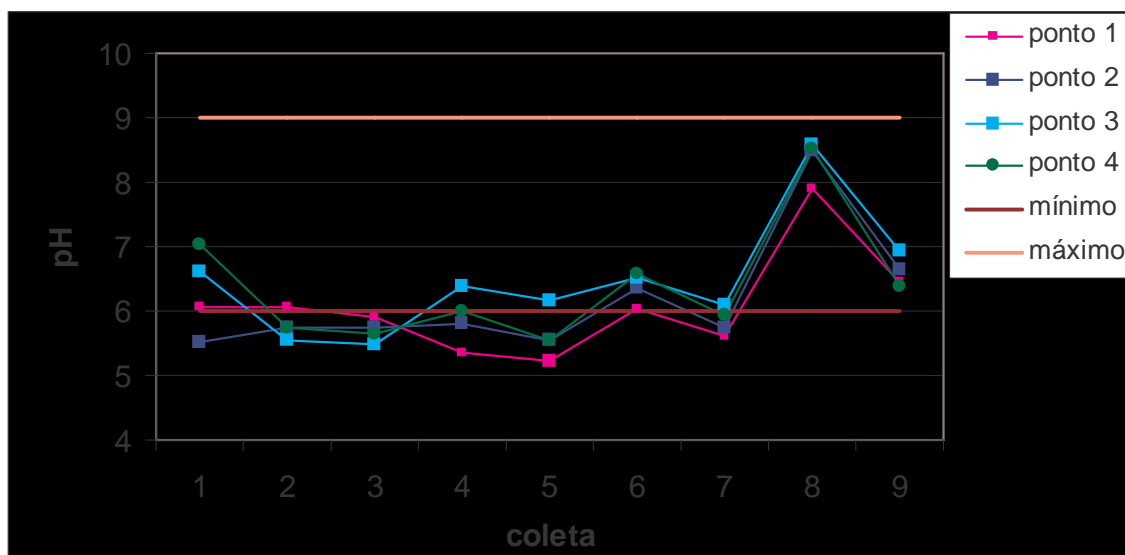


FIGURA 11: pH nas coletas realizadas, incluindo valor “mínimo” e “máximo” previstos na legislação (CONAMA Resolução 020/86) para classes 1 a 4.

Estas águas apresentam um caráter ácido na maioria das coletas, apesar da alcalinidade dos dejetos. Esta acidez pode estar relacionada à presença de matéria orgânica que, ao ser decomposta em meio anaeróbico, forma ácidos orgânicos. Isto aparece mais evidente no ponto 1, que em 6 coletas apresentou o menor pH, e também apresenta os menores teores de OD (item seguinte).

c) Oxigênio Dissolvido - OD

A adição de OD na água depende das trocas gasosas entre atmosfera e água (que são aumentadas em áreas de turbulência e de aumento de velocidade da água) e da produção de oxigênio na água por organismos aquáticos fotossintéticos.

Os microorganismos extraem oxigênio dissolvido na água para realizar seu metabolismo; assim, a adição de resíduos orgânicos e o conseqüente aumento da população de microorganismos podem resultar em uma drástica redução na quantidade de oxigênio dissolvido no curso d'água. O ponto do curso d'água onde ocorre a máxima depleção de oxigênio pode se situar a uma distância considerável do ponto onde o poluente é introduzido na rede de drenagem. O nível de depleção de oxigênio depende, primariamente, da quantidade de resíduos adicionados, do tamanho, velocidade e turbulência da correnteza, dos níveis iniciais de OD no resíduo poluente, e da temperatura da água. O esgoto de origem doméstica apresenta, invariavelmente, OD muito próximo a zero.

Cabe lembrar que o oxigênio é tóxico para organismos anaeróbios, como os coliformes fecais, por exemplo.

A água fria pode conter mais OD que a água quente, conforme pode ser visto na tabela 21. Portanto, as condições de temperatura atmosférica podem afetar a quantidade de OD na água, tanto durante o dia quanto ao longo do ano.

Segundo CARMOUZE (1994), é mais fácil interpretar o nível de OD a partir de dados expressos em percentual de saturação, e não em mg/L.

TABELA 21: Nível de saturação de oxigênio dissolvido em águas doces e salgadas a diversas temperaturas (IMHOFF, 1986, apud BORTOLUZZI, 2003).

| Temperatura da água | Nível de saturação (mg/l) | |
|---------------------|---------------------------|--------------|
| | Água Doce | Água Salgada |
| 0°C | 14,6 | 11,3 |
| 5°C | 12,8 | 10,0 |
| 10°C | 11,3 | 9,0 |
| 15°C | 10,2 | 8,1 |
| 20°C | 9,2 | 7,4 |
| 25°C | 7,6 | 6,1 |

Em áreas de quedas d'água, espera-se haver um maior poder de auto-depuração dos cursos d'água superficiais, em decorrência da turbulência que provoca maior oxigenação, favorecendo, sobretudo, a mineralização de matéria orgânica por organismos aeróbicos e a oxidação química de compostos através da presença de oxigênio.

Segundo MACHADO (2001), diversos autores ratificam a adoção do OD (e também da DBO) como melhor parâmetro ambiental para identificação da qualidade da água no que se refere à presença de material orgânico.

No campo, na bacia do rio Coruja-Bonito, o nível de OD foi medido com um oxidímetro portátil.

Resultados

Considerando o OD como indicador do nível de possibilidade de auto-depuração da água, e observando o perfil do rio (figura 7), observa-se que, efetivamente, há uma maior capacidade de auto-depuração no ponto 3, que situa-se após as maiores quedas d'água encontradas na bacia. Esta capacidade é seguida pelo ponto 2, que se situa a montante das grandes quedas, mas a jusante de uma outra área com pequenas quedas.

Os menores níveis de OD, abaixo mesmo do limite inferior para classe 4 (segundo a Resolução 020/86 do CONAMA), estão no ponto 1, próximo às nascentes da bacia, onde o rio apresenta pouca turbulência, escoando por meandros, tendo recebido grande carga orgânica a

montante do ponto de coleta (haja vista os elevados valores de DBO e DQO, que serão discutidos adiante).

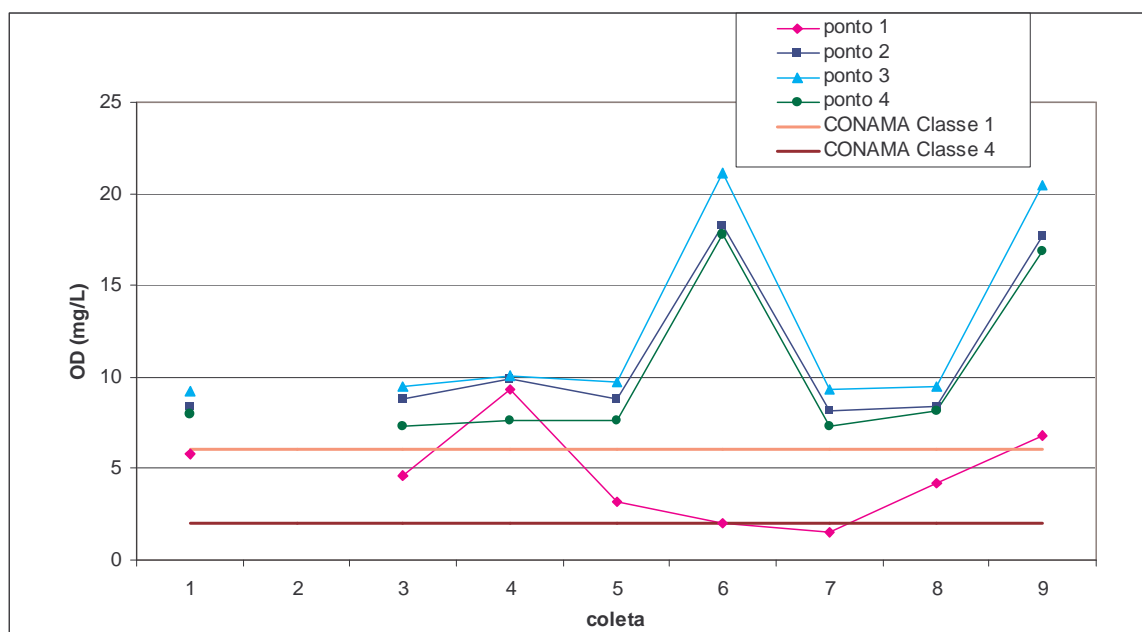


FIGURA 12: Valores de oxigênio dissolvido nas coletas realizadas, e valores mínimos de OD para classes 1 e 4, segundo Resolução 020/86 do CONAMA

Os níveis de OD, portanto, no meio rural, aumentam com o aumento da vazão e da turbulência (considerando aumento da turbulência do ponto de coleta 1 em direção ao 3).

Ainda no meio rural, o aumento do nível de OD tem relação com a diminuição do número de coliformes fecais (correlação de $-0,96$), pois os coliformes são microorganismos anaeróbios, e com uma certa diminuição da DQO (correlação de $-0,92$), indicando a maior degradação de material orgânico na presença de mais OD.

A diminuição do OD com aumento da temperatura da água aparece claramente no ponto 4, onde o coeficiente de correlação é $-1,00$. Neste ponto aparece, também, uma certa relação ($+0,96$) entre OD e condutividade, pois a degradação de materiais orgânicos libera íons que apresentam maiores valores de condutividade que os ácidos orgânicos iniciais.

Nos demais pontos não existe uma correlação, o que pode estar relacionado ao fato de que, nestes pontos, a quantidade de OD esteja muito mais relacionada ao consumo de oxigênio (ponto 1, onde o nível de OD está muito abaixo da saturação) ou ao aumento de OD em função da turbulência (pontos 2 e 3, com saturação acima de 100% - figuras 13 e 14).

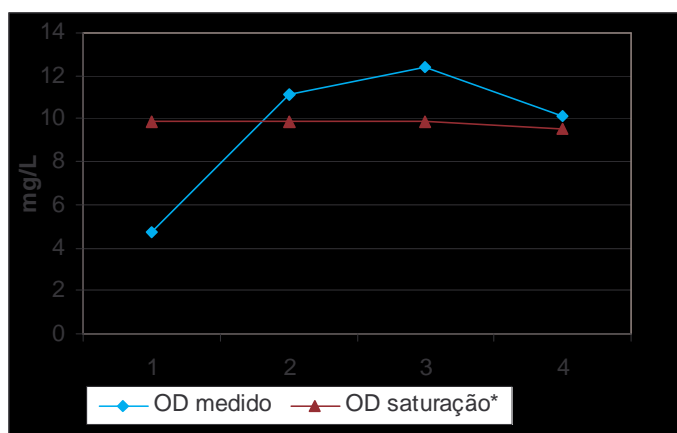


FIGURA 13: Valores de OD médios medidos no campo, e de saturação para as temperaturas de água medidas. * Valores interpolados a partir de IMHOFF (1986 apud BORTOLUZZI, 2003)

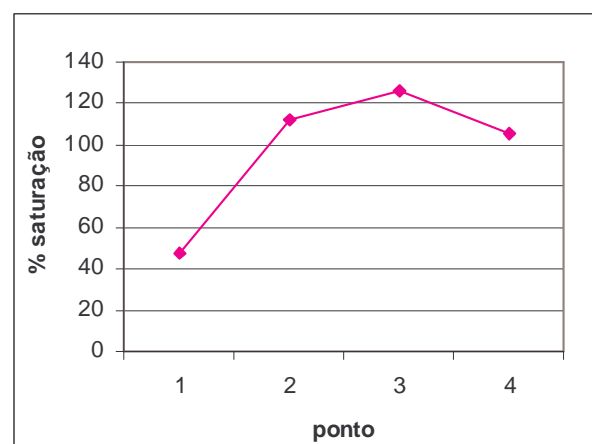


FIGURA 14: Saturação de OD nos ponto de coleta

Nota-se, nos pontos 1 e 2, relação positiva (coeficientes +0,94 e +0,99, respectivamente) entre os níveis de OD e de nitratos, mostrando que, em ambiente aeróbio, prevalece a forma oxidada do nitrogênio. No ponto 2 aparece ainda uma correlação negativa (-0,99) entre OD e N- amoniacal, confirmando a relação.

d) Vazão

Diversos métodos de medida da vazão são utilizados, como o método dos vertedores (retangular ou triangular), de molinetes, da curva-chave, dos flutuadores (VILLELA, MATOS, 1975; ROCHE, 1963).

A escolha do método está relacionada às dimensões do curso d'água, à precisão desejada e à disponibilidade de materiais e equipamentos. Apesar do método do molinete ser mais indicado que o de flutuadores, por sua precisão (ROCHE, 1963, p. 205), os critérios utilizados para escolha dos métodos de medida de vazão do rio Bonito-Coruja foram, fundamentalmente, dimensão do curso d'água e disponibilidade de material.

Dois métodos foram usados: do vertedor e dos flutuadores.

1 – Método do vertedor

Utilizado para medição da vazão no ponto 1, este método é indicado para cursos d'água de pequenas dimensões.

Trata-se de instalar um vertedor, com contração completa, no curso d'água, conforme figura 15.

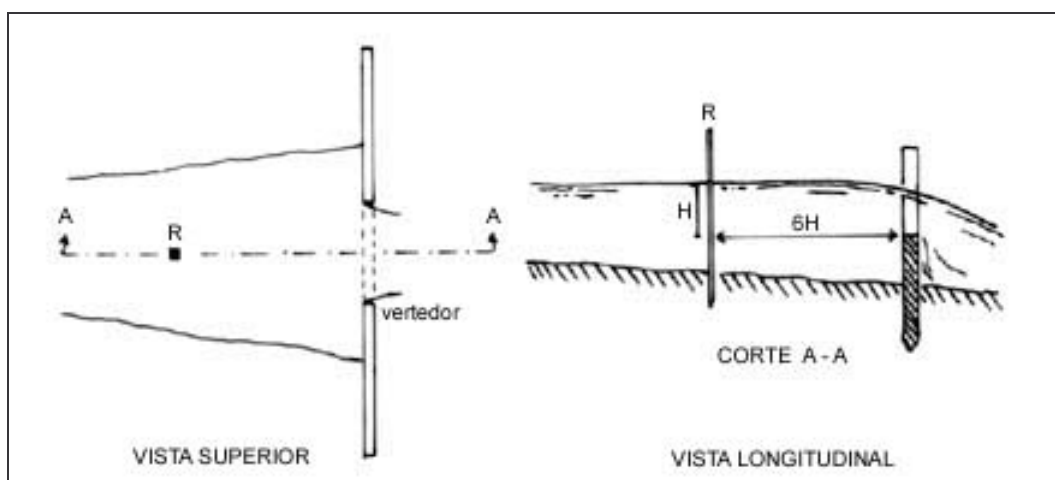


FIGURA 15: Instalação de um vertedor retangular (fonte: VILLELA, MATTOS, 1975, p. 110)

Verifica-se se toda a água está passando pelo vertedor (não deve haver vazamentos laterais ou por baixo da placa de madeira). A uma distância aproximada de $6H$ a montante, no meio do rio, instala-se, perpendicularmente ao leito do rio, uma régua R ; nesse ponto, o nível d'água está estabilizado. Com auxílio de um nível e de uma outra régua colocada na horizontal dentro do rio, acha-se o ponto nivelado com a base do vertedor, e mede-se a altura da lâmina d'água H na régua R . Medido o valor H , aplica-se a fórmula de Francis (VILLELA, MATTOS, 1975, p. 109):

$$Q = 1,838 (L - 2H/10) H^{3/2}$$

onde: Q = vazão (m^3/s)

L = largura do vertedor (m)

H = altura da lâmina d'água (m) a uma distância aproximada de $6H$ a montante do vertedor

As dimensões do vertedor utilizado no campo constam na figura 16.

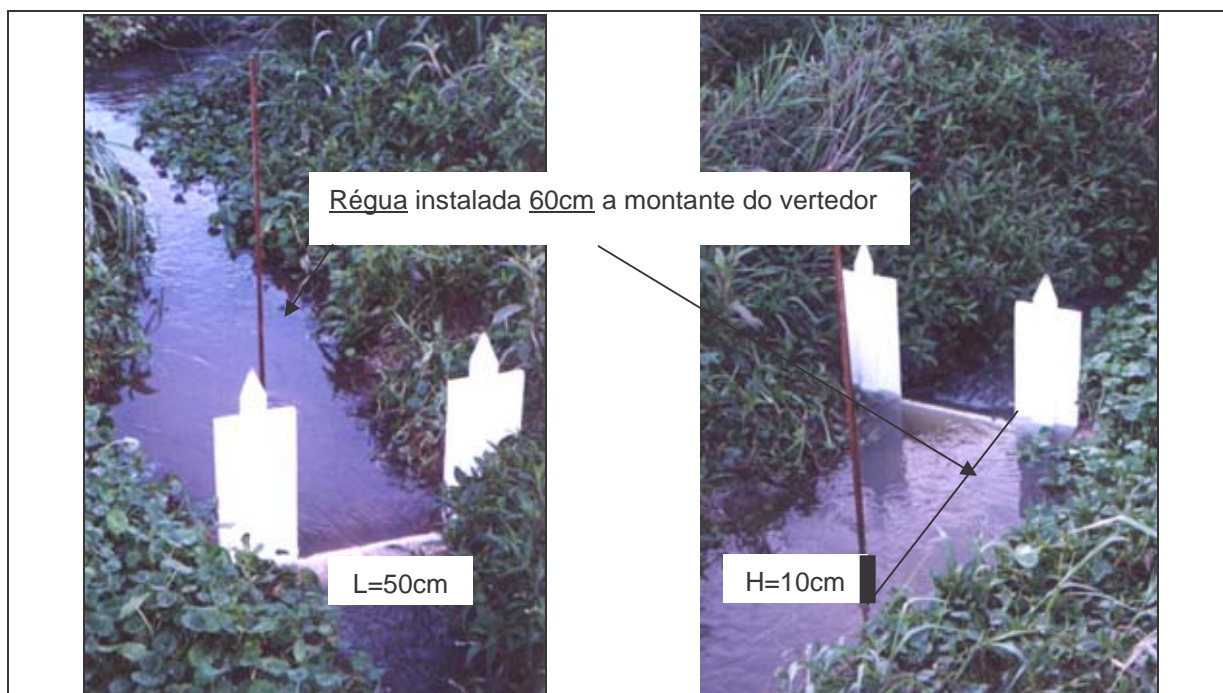


FIGURA 16: Vertedor instalado no ponto 1, rio Bonito-Coruja (jul/2001).

2 – Método dos flutuadores

Utilizado para medir a vazão nos pontos 2, 3 e 4, o método segue indicações de ROCHE (1963, p. 205).

A medição no rio Bonito é feita da seguinte forma:

- escolhe-se um trecho retilíneo do rio, e mede-se o comprimento longitudinal de 24 metros; uma vez que as coletas de água são realizadas, periodicamente, nos mesmos pontos, esses 24 metros já estão marcados com piquetes;

- uma pessoa, posicionada no ponto a montante (0 m), joga, no meio do rio, um flutuador (garrafa plástica com 2/3 de água) acima do ponto onde encontra; assim que o flutuador cruza o ponto onde ela se encontra (reta transversal que cruza o rio), é dado o sinal para a pessoa que se encontra no ponto a jusante (24 m abaixo);

- assim que o sinal é dado, um cronômetro é acionado pela pessoa que está a jusante;

- o cronômetro é parado quando o flutuador atravessa a seção transversal do rio no ponto a jusante;

- uma trena é esticada na seção mediana do rio (aos 12 m);

- a partir de uma das margens do rio (ponto 0m), é medida, com régua, a profundidade a cada 1 metro, até a outra margem.

Todos os dados são anotados na caderneta de campo.

Com os itens 1 a 4, obtém-se o tempo que o flutuador leva para percorrer os 24 metros do rio. A medida de tempo é tomada seis vezes, e o tempo final corresponde a uma média dos quatro valores centrais. Com o tempo médio e a distância, obtém-se a velocidade do rio através da fórmula:

$$V = 0,85 d / t$$

onde: V = velocidade em m/s
d = distância (24 m)
t = tempo (s)
0,85 = coeficiente de ajuste para velocidades baixas

No escritório, com as medidas de largura do rio e profundidade na seção média, é avaliada a área transversal média do rio. Cálculos de área efetuados através de planímetro, de papel milimetrado e da média aritmética simples das profundidades tomadas no campo, mostraram que não existe diferença nos valores obtidos por esses três métodos. Portanto, passou-se a adotar a média simples para cálculo da área da seção (área = largura do rio * média das profundidades).

Resultados

A figura 17 mostra a vazão média nos pontos de coleta.

Até o ponto 3, é drenada uma área de, aproximadamente, 32km², que corresponde a grande parte da área rural da bacia estudada.

Do ponto 3 ao 4 é drenada, a mais, uma área de cerca de 19,2 km² (totalizando os 51,2km² totais da área estudada), que engloba uma pequena parte da área rural e a parte leste-sudeste da área urbana municipal.

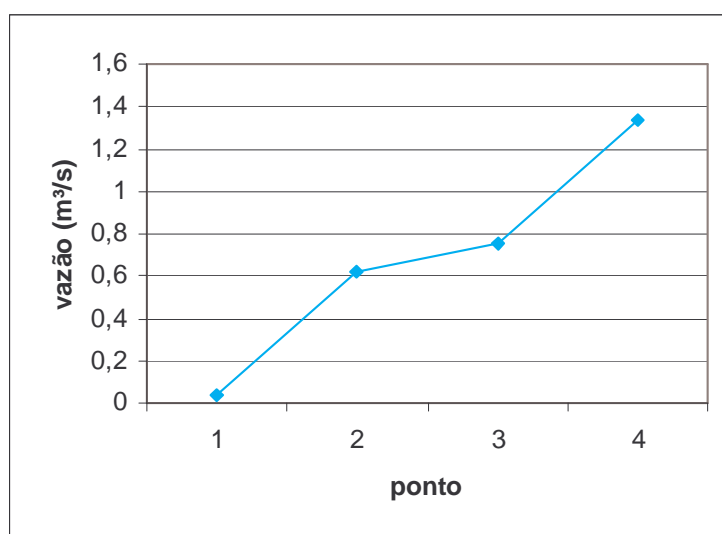


FIGURA 17: Vazão média nos pontos de coleta do rio Bonito-Coruja

3.5.3 Parâmetros analisados em laboratório

Os parâmetros analisados em laboratório foram escolhidos em função da legislação que define a classificação das águas (CONAMA, 1986 - Resolução 020/86) e que podem identificar problemas de qualidade em áreas rurais, como é o caso de sólidos (advindos de processos erosivos e dejetos, principalmente), da DQO (relacionada ao nível de matéria orgânica), ou ABS (detergentes).

As análises têm sido realizadas nos laboratórios do Centro Tecnológico da UNISUL, em Tubarão.

a) Condutividade

A condutância específica (condutividade) é uma expressão numérica da capacidade da amostra de água conduzir uma corrente elétrica, o que depende das concentrações iônicas de ânions (como carbonatos, cloretos, nitratos e sulfatos) e cátions (cálcio, magnésio, potássio e sódio, por exemplo) dissolvidos na água e da temperatura. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos ou maior a temperatura, maior é a condutividade elétrica da água. Em geral, quanto mais puro um corpo hídrico, mais baixa será sua condutividade. Este parâmetro fornece indicação das modificações na composição de uma água, especialmente de sua concentração mineral, mas não fornece informação sobre as espécies e quantidades dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica da água aumenta (CETESB, 1973, apud BORTOLUZZI, 2003; GIOMETTI, 1998).

Em laboratório, a condutividade das amostras coletadas foi medida com condutivímetro Micronal.

Resultados

A condutividade média é maior no ponto 1 (107,5 μ S), diminui nos dois pontos seguintes (ponto 2: 91,5 μ S; ponto 3: 82,6 μ S), e volta a aumentar no ponto 4 (93,8 μ S).

Considerando que a condutividade aumenta com os teores de sólidos dissolvidos, e que apresenta correlação negativa (-0,98), no meio rural, com os níveis de nitrato, e positiva (+0,96) com os teores de sulfatos, é possível pensar na condutividade como um indicador do nível de sulfatos na água.

b) Coliformes totais e fecais

Os coliformes correspondem a um grupo de bactérias, sendo que as mais comuns são *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacal*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* e a *Escherichia coli* de origem unicamente fecal (GIOMETTI, 1998).

Os coliformes estão associados tanto a fezes de animais de sangue quente como ao solo. O grupo de coliformes fecais representa uma parte dos coliformes totais e indicam poluição por resíduos animais. Ou seja, coliformes fecais correspondem a um parâmetro biológico que indica a contaminação por dejetos de animais de sangue quente, inclusive o homem, pois estão restritas ao trato intestinal desses animais. Cabe salientar que, no entanto, organismos indicadores de origem fecal de dejetos de suínos tornam impossível distinguir a presença de poluição fecal humana ou animal.

Os excrementos contêm inúmeros microorganismos, incluindo bactérias, viroses, parasitas e fungos; alguns destes são patogênicos, e muitas doenças de animais são transmitidas para humanos, e vice-versa.

São utilizados os coliformes, que são bactérias, como indicadores, por apresentarem as seguintes características: existem em grande número na fonte (animal) e em quantidade muito maior que os patógenos associados com a fonte; sua sobrevivência e seu ritmo de crescimento são semelhantes à maioria dos patógenos; são encontrados somente em associação com a fonte de dejetos (SEIFFERT, s.d.).

Portanto, a determinação do nível de presença dos coliformes assume importância como indicador da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças como febre tifóide, febre paratífóide, salmoneloses, gastroenterites, desintéria bacilar, cólera, hepatite A, conjuntivites, doenças respiratórias, amebíase, giardíase, verminoses e esquistossomose (CETESB, 1993 apud BORTOLUZZI, 2003; GIOMETTI, 1998). Em se tratando especificamente de suínos, embora os microorganismos patogênicos sejam, principalmente, hospedeiros específicos, inúmeras doenças (salmonelose, febre Q, doença de Newcastle, histoplasmose, criptosporidioses e giardíases) podem ser transmitidas pelos dejetos (FEDERAÇÃO..., 1999).

Diversos fatores da camada superficial do solo que incluem características físicas e químicas e o ecossistema local afetam a movimentação de bactérias fecais no solo e restringem o seu deslocamento para o lençol d'água. Os fatores primários são filtração, adsorção e mortalidade no solo. A filtração e a adsorção podem remover 90% do total de bactérias aplicadas com os dejetos.

Segundo BORTOLUZZI (2003), quanto maior a relação coliformes fecais/coliformes totais, mais anaeróbio está o ambiente aquático, e, portanto, com tendências redutoras.

Deve-se considerar que tanto coliformes quanto bactérias patogênicas tendem a morrer no ambiente externo ao intestino, por ação da luz, do oxigênio, da sedimentação, entre outros. Além disso, o próprio processo de auto-depuração da água faz decrescer a população desses microorganismos, devendo-se analisar outros parâmetros para identificar a qualidade da água.

Em laboratório, os coliformes totais e fecais das amostras coletadas foram determinados pelo método de Tubos Múltiplos Fluorocult.

Resultados

Nas 36 análises realizadas de coliformes totais (4 pontos X 9 coletas), 34 deram resultado NMP/100mL superior a 240.000. O valor máximo previsto pela legislação para classificação das águas em classe 3 é de 20.000/100mL, ou seja, os valores na bacia estudada são, no mínimo, 12 vezes maiores.

Os valores de coliformes fecais variaram de 790 a mais de 240.000, sendo que a média é de 109,4 mil/100mL, ou seja, mais de 25 vezes o valor máximo previsto pela legislação para a classe 3, o que fica evidenciado na figura 18.

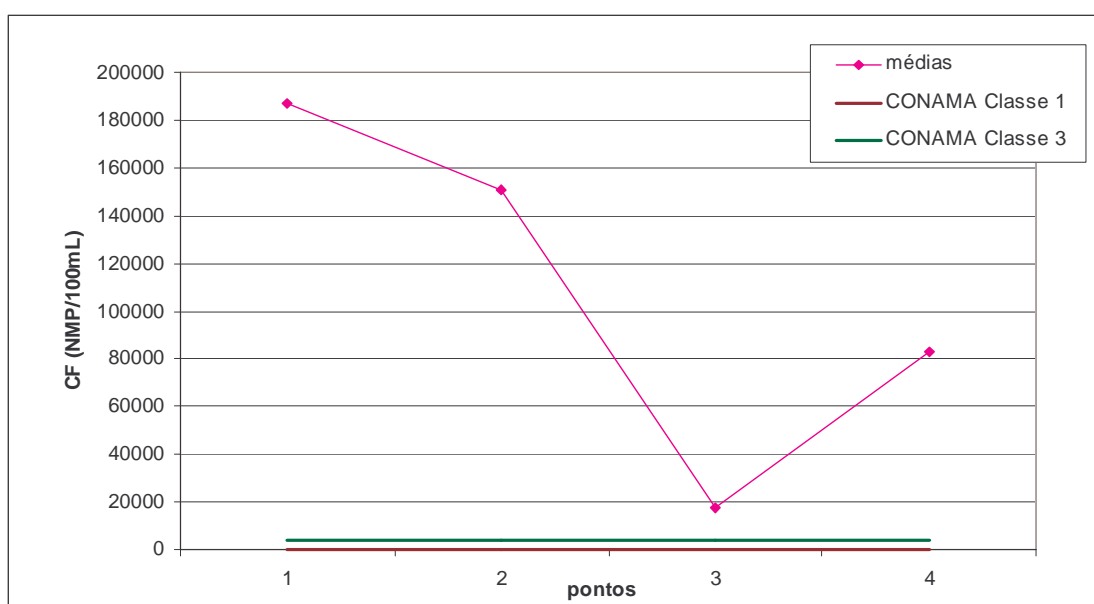


FIGURA 18: Níveis médios de coliformes fecais nos quatro pontos de coleta, e níveis máximos permitidos pela Resolução 020/86 do CONAMA para classes 1 e 3

A maior concentração de coliformes fecais é encontrada no ponto 1, com média superior a 186mil/100mL, onde os níveis de OD são menores (coliformes fecais são microorganismos anaeróbios). Esta concentração vai diminuindo, nos pontos seguintes, dentro da área rural, o que pode estar relacionada, exatamente, a uma maior oxigenação do corpo

d'água. O valor de coliformes fecais volta a aumentar no ponto 4, após atravessar parte da área urbana de Braço do Norte.

Através de matrizes de correlação, foi possível identificar as relações com coliformes fecais:

| Positivas | Negativas |
|------------------------|-------------------------|
| pH (pontos 2 e 4) | DBO/DQO (meio rural) |
| OD (ponto 1) | OD (meio rural) |
| DBO (ponto 1) | Condutividade (ponto 1) |
| P total (pontos 2 e 4) | Turbidez |

Por ocasião da reunião realizada com a comunidade, no Pinheiral, em 20/10/2001, foram sorteadas 12 análises de água a fim motivar a participação, e de obter uma amostra da qualidade das águas consumidas na área de estudo.

As amostras foram coletadas no dia 22/10, em alguma torneira da casa de onde as pessoas bebiam água, em frascos esterilizados. Alguns locais de coleta não se localizavam dentro da área de estudo, mas nas proximidades. Considerou-se que as amostras eram representativas da bacia estudada. A tabela 22 mostra características relacionadas à captação da água e os resultados analíticos obtidos.

TABELA 22: Resultados de análises de coliformes totais (CT) e fecais (CF) em amostras de água consumidas pela população da bacia do rio Bonito-Coruja ou proximidades.

| Amostra | Comunidade | Características da captação (tipo, observações) | Resultado (NMP/100mL) | |
|---------|---------------------------------------|--|-----------------------|---------|
| | | | CT | CF |
| 1 | Avistoso | Poço com proteção; 12 m de profundidade, próximo à casa; 1.600L/h | 6.300 | ausente |
| 2 | Baixo Pinheiral | Poço semi-artesiano; 15m de profundidade; 1.300L/h; situado junto a uma área de banhado eutrofizada (outro poço é usado para os animais) | ausente | ausente |
| 3 | Baixo Pinheiral | Poço, dentro da cozinha; 4m de profundidade (água de fonte não está mais sendo utilizada porque apresentou coliformes fecais em outras análises) | 20 | ausente |
| 4 | Pinheiral | Poço com proteção, 5m de profundidade, nas proximidades da casa, próximo a um açude do vizinho; quando chove, a água do poço torna-se 'suja' | 900 | ausente |
| 5 | Pinheiral | Poço nas proximidades da casa, com proteção; 7m de profundidade | 20 | ausente |
| 6 | Pinheiral | Fonte com proteção, no meio do mato, afastado da casa | >240.000 | 110 |
| 7 | Pinheiral | Poço com proteção, afastado 145m da casa; poço raso; mesma água é utilizada para animais (suínos) | 2.400 | 50 |
| 8 | Rio Carolina (à direita do Pinheiral) | Fonte com proteção, em meio à capoeira, afastada da casa (para animais, a água é captada em outra vertente) | 28.000 | ausente |

Observa-se que as águas captadas em fontes (2 amostras) apresentam maior número de coliformes totais, o que pode estar relacionado ao fato de que estas bactérias são encontradas

no solo (principalmente próximo à superfície), além de em excrementos de animais e sangue quente. A fonte, portanto, estando mais próxima da superfície, facilita este tipo de contaminação.

Somente uma amostra apresentou ausência total de coliformes totais e fecais, captada em poço chamado “semi-artesiano”, com captação a uma profundidade superior aos outros poços. Esta água pode ser consumida sem tratamento prévio.

A maior parte das amostras (62,5%) apresentou coliformes totais, mas não fecais. Esta água pode ser usada na casa, para banho, por exemplo, mas para consumo deve ser tratada com cloro ou fervida.

Análises realizadas pelo escritório local da EPAGRI, de Braço do Norte, em diversas comunidades do município, mostram, para as comunidades de Baixo Pinheiral e Pinheiral, uma contaminação de 27% por coliformes fecais e totais, e de 32% somente por coliformes totais. Nas comunidades de Rio Bonito e Avistoso, que incluem área urbana, a contaminação é muito maior: 72% das águas captadas estão contaminadas por coliformes totais e fecais⁸⁴.

c) Demanda Química de Oxigênio – DQO e Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

A DQO e a DBO são parâmetros que representam, indiretamente, o conteúdo de matéria orgânica de um material através da medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar, em um determinado tempo, quimicamente (DQO) ou biologicamente (DBO), a matéria orgânica até uma forma inorgânica estável (OLIVEIRA, 1993; GIOMETTI, 1998).

A DBO, ou DBO₅, quantifica a necessidade de O₂ para satisfazer oxidação bioquímica de matéria orgânica em amostras, durante 5 dias a 20°C. Pelo fato de a DBO somente medir a quantidade de oxigênio consumido em um teste padronizado, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a vida microbiana (BORTOLUZZI, 2003). Diferentes autores apontam para um valor máximo de DBO de 5 mg/L em águas pouco poluídas.

A DQO mensura o consumo de O₂ de componentes orgânicos e inorgânicos através do uso de oxidantes químicos, ou seja, representa uma estimativa do O₂ total que pode ser consumido na oxidação de resíduos.

No ecossistema natural, a decomposição da matéria orgânica está relacionada a uma população complexa, inter-relacionada e mista de microorganismos, cujas populações

⁸⁴ Documento interno do escritório local da EPAGRI – Braço do Norte.

dependem da disponibilidade de alimento e fatores ambientais favoráveis, que incluem temperatura e pH (SEIFFERT, s.d.).

VILA et al. (1993 apud BORTOLUZZI, 2003) apresentam dados de relação DBO/DQO para um manancial na Europa, e mostram uma tendência para valores de DBO de cerca de 52% da DQO, com variação de $\pm 11\%$. Ainda segundo BORTOLUZZI (2002), $\pm 52\%$ é o valor médio utilizado na Europa, para a relação DBO/DQO; no Brasil, a CETESB utiliza valor de 80%.

É importante ressaltar que o oxigênio, avaliado de formas diferentes nos parâmetros descritos OD, DBO, DQO, está diretamente relacionado com os ciclos do carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre no ambiente. As bactérias e demais seres vivos fazem parte dos ciclos e as questões de oxidação e redução envolvidas determinam a viabilidade ou não de tipos de organismos e da própria vida (BORTOLUZZI, 2003).

A DQO, em laboratório, foi obtida através de refluxo com dicromato de potássio. A DBO, com respirométrico Oxi-Top.

Resultados

Os valores de DQO, cujas médias são apresentadas na figura 19, variaram de 9,0 a 708mg/L, e grandes variações foram identificadas, principalmente no ponto 3, seguido pelo ponto 4. Alguns valores foram considerados excepcionais, como é o caso da segunda coleta, pontos 3 e 4, que apresentaram valores muito mais elevados que os restantes dos valores. Observa-se, assim, que a média geral de DQO é 30,4mg/L, podendo haver picos extraordinários que alcançam mais de 400mg/L.

Chama a atenção a diferença entre DQO e DBO no ponto 3. Uma hipótese é de que haja a presença de materiais tóxicos, principalmente no ponto 3, que provoquem a diminuição da população microbiana que decompõe materiais orgânicos.

Os valores médios de DBO, exceto para o ponto 3, situam-se pouco acima dos valores máximos permitidos pela legislação para a classe 3, e variaram, em valores absolutos, de 3 a 18mg/L.

Em termos gerais, no meio rural, a DBO e a DQO apresentam relações negativas com os níveis de OD, sendo positivas entre DBO e DQO (coeficiente de correlação +0,95).

A DBO apresenta, ainda, correlação negativa com a vazão no ponto 4 (correlação -1,00), e a DQO apresenta a mesma tendência no meio rural (correlação -0,90), evidenciando seja uma “diluição” das demandas de oxigênio com aumento da vazão (pela diluição dos poluentes orgânicos), seja uma auto-depuração do curso d’água.

Há ainda tendências positivas entre DQO e P total nos pontos 2 e 3 (coeficientes de +0,92), e entre DQO e ABS nos pontos 2 e 4 (+0,93 e +0,97, respectivamente).

No ponto 4, há correlações positivas entre DQO e sulfatos (+1,00) e DQO e nitratos (+0,99).

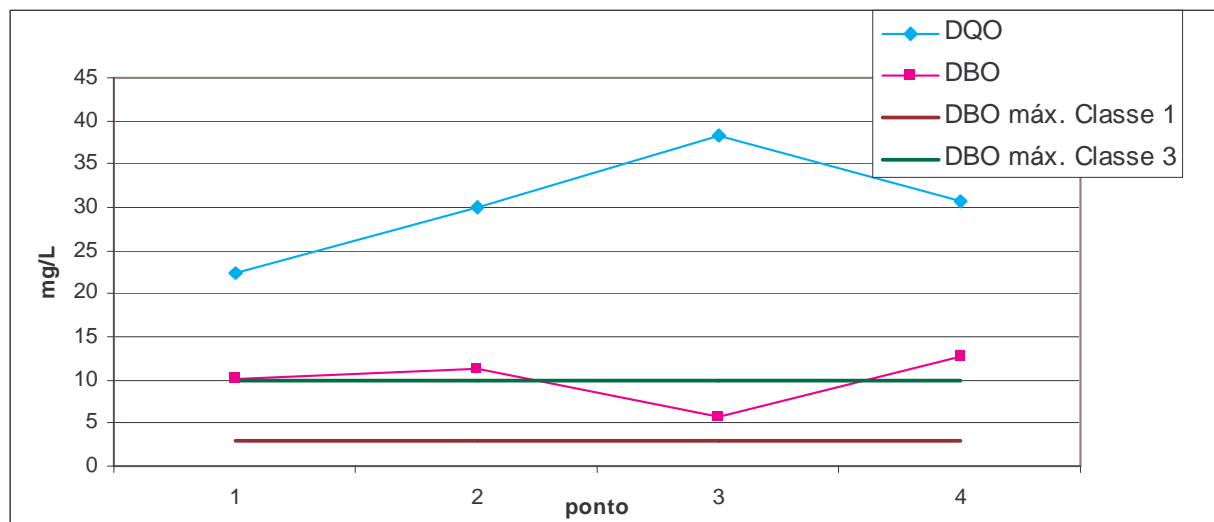


FIGURA 19: Valores médios de DBO e DQO nos 4 pontos de coleta e limites máximos de DBO segundo Resolução 020/86 CONAMA, para classes 1 e 3.

A relação DBO/DQO (figura 20) variou de 1,8% (coleta 4) a 94,4%. A média da relação (considerando todas as datas) é de 52% (valor médio usado na Europa, segundo BORTOLUZZI, 2003), e, retirando-se a coleta 4, onde a relação foi muito baixa para todos os pontos, a média sobe para 60%. Valores baixos, podem estar relacionados à presença de materiais tóxicos à vida microbiana, como substâncias usadas na limpeza e higienização de instalações animais ou oriundas de águas residuais residenciais. Várias amostras mostraram a relação em torno de 80%, valor utilizado pela CETESB.

Observa-se que no ponto 4 há uma tendência a aparecerem as maiores relações.

No meio rural há uma tendência de aumento da relação em direção à foz, ou seja, um aumento do ponto 1 em direção ao ponto 3.

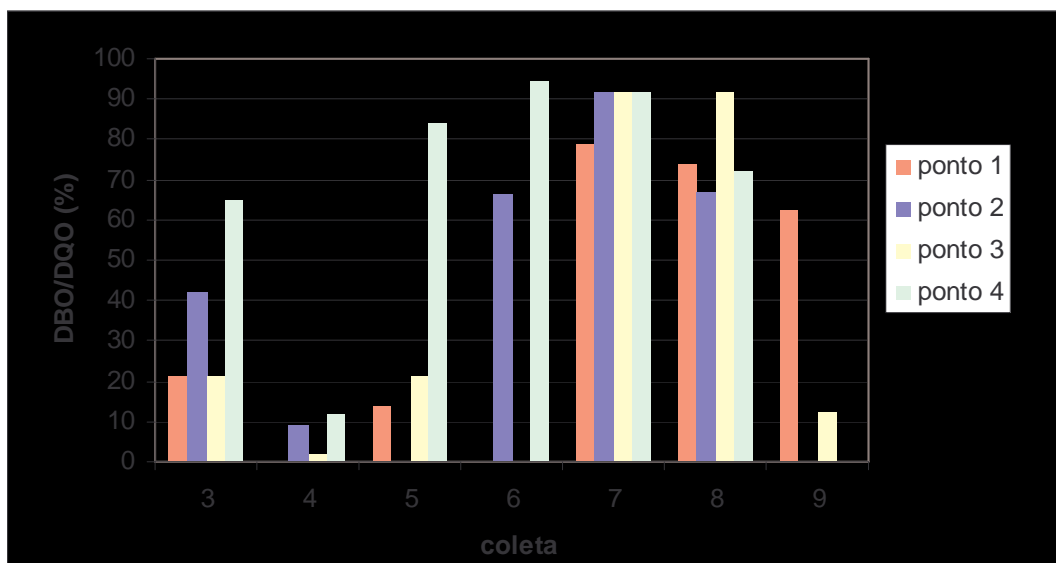


FIGURA 20: Relação DBO/DQO em 7 coletas realizadas (diferentes datas).

d) Turbidez e Sólidos Totais

A turbidez reflete a quantidade de partículas em suspensão na água, advindos, por exemplo, da adição de materiais alóctones constituídos por partículas e detritos orgânicos ou inorgânicos (como argilas e siltes oriundos da erosão de leitos e solos agrícolas, deflúvios superficiais de áreas urbanas e rurais, efluentes domésticos, resíduos industriais, dejetos animais), ou provenientes dos materiais autóctones compostos por microorganismos, como as algas planctônicas.

Quanto menor o grau de poluição dos corpos hídricos, mais baixos são os índices de turbidez. A elevada turbidez é, portanto, uma característica própria das águas correntes contaminadas e de várzea, sendo geralmente baixa nas águas de encosta.

Os sólidos suspensos, ao dificultarem a penetração da luz, afetam o desenvolvimento de organismos autótrofos, tanto pela falta de transparência quanto pela adsorção das partículas aos seres vivos. Elevada turbidez reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas; conseqüentemente, pode diminuir a produtividade de peixes. A diminuição da população também ocorre quando os sólidos entopem as brânquias. Além disso, afeta adversamente o uso doméstico, industrial e recreacional de uma água. Os sólidos podem, também, sedimentar no leito dos rios danificando ambientes de desovas de peixes ou habitats de determinadas espécies, ou podem, ainda, reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (BORTOLUZZI, 2003, GIOMETTI, 1998). Muitas vezes os sólidos totais incluem uma parte orgânica não degradável biologicamente, pois para ser metabolizada, a matéria orgânica necessita ser hidrolisada, solubilizada e

transferida para dentro da célula do organismo. A parte inorgânica tem papel importante ao contribuir para a modificação da força iônica do meio (IMHOFF, 1985, e DE SOUZA SIERRA, 1992 apud BORTOLUZZI, 2003).

O parâmetro “sólidos totais” representa o somatório de todo material que não se volatiliza com aquecimento até a temperatura de 105°C, ou seja, é composto por frações estáveis de sólidos voláteis e sólidos fixados ou cinzas.

Em laboratório, os sólidos totais das amostras coletadas na bacia do rio Coruja-Bonito foram determinados pelo método gravimétrico. A turbidez foi determinada com um turbidímetro Micronal.

Resultados

Os valores de turbidez variaram, nas amostras analisadas, de 7,3 a 57,0 FTU.

Cabe salientar que apenas duas análises apresentaram valores acima de 13 FTU, uma no ponto 1 (29FTU), e outra no ponto 3 (57 FTU, notadamente após ter sido descarregada grande quantidade de material orgânico no rio, no dia 7 de maio). A tabela abaixo mostra os valores médios e as medianas de turbidez para os quatro pontos de coleta, considerando ou não estes valores elevados (extremos).

TABELA 23: Valores de turbidez com e sem valores extremos (pontos 1 e 3)

| | Com valores extremos | | | | Sem valores extremos | | | |
|---------|----------------------|------|------|------|----------------------|------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Média | 12,2 | 10,2 | 15,3 | 10,2 | 10,1 | 10,2 | 10,1 | 10,2 |
| Mediana | 10,5 | 10,3 | 10,5 | 10,1 | 10,25 | 10,3 | 10,25 | 10,1 |

Percebe-se que, ao não se considerar os valores mais elevados nos pontos 1 e 3 (o que significaria situações pontuais diante da tendência geral apresentada pelas análises restantes), a turbidez é praticamente a mesma ao longo de todo o rio. Ou seja, a turbidez média do rio é de 10,15FTU, exceto em momentos de descarga de efluentes, onde a turbidez pode aumentar em até 6 vezes.

Existe uma correlação elevada entre a turbidez e a quantidade de sólidos totais no rio, para todos os pontos, sendo que os valores de sólidos variam entre 73,6 e 327,6mg/L. Este último valor corresponde, da mesma forma que no caso da turbidez, a um valor extremo medido no ponto 3, na primeira coleta (7 de maio).

Desconsiderando-se este valor de 327,6mg/L, a quantidade média de sólidos totais no meio rural varia de 94,5 a 94,7mg/L. Após atravessar o meio urbano, a quantidade média sobe para 108,8mg/L. No meio rural, é possível que o material que é adicionado ao longo do percurso do rio Bonito-Coruja seja consumido (em se tratando, sobretudo, de material

orgânico) ou depositado no fundo ou nas áreas de menor turbulência, mantendo sempre um nível médio de 95mg/L.

Através de matrizes de correlação, observa-se, no ponto 3, relação positiva entre a turbidez e sólidos totais e a precipitação acumulada nos últimos 30 dias antes da coleta.

Excetuando o primeiro ponto, nos demais há relação positiva entre a turbidez e sólidos totais.

Além disso, em duas coletas (28/ago e 11/dez), a turbidez aumentou com o aumento da vazão.

e) Nitrogênio

- Nitrato – NO₃ e Nitrito – NO₂

A forma de nitrato é o produto final do processo de mineralização e a conversão do nitrogênio da forma de amônia para nitrito e, em seguida, para nitrato, sob condições aeróbias.

O nitrato apresenta elevada solubilidade em água, o que leva à fácil contaminação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos por este composto através da lixiviação associada à percolação da água ao longo do perfil do solo, abaixo da zona de raízes (o nitrato é facilmente absorvido pelas raízes). Como a atividade microbiana é drasticamente reduzida abaixo da zona radicular, o nitrato pode permanecer diversos anos abaixo da zona de atividade microbiana. Na zona saturada, os contaminantes podem permanecer sem alteração por longos períodos, em função da ausência de microorganismos (SEIFFERT, s.d.).

Pode ocorrer denitrificação em zonas anaeróbias, ou seja, há redução de NO₃ para N₂ atmosférico.

Ainda segundo SEIFFERT (s.d.), a principal fonte de nitratos que atingem os corpos d'água, de origem agrícola, está relacionada ao escoamento superficial da água. GIOMETTI (1998) salienta que a presença de nitratos na água deve-se principalmente ao processo de adubação na agricultura e aos dejetos animais oriundos da agropecuária intensiva, mas afirma que a zona urbana também tem sua responsabilidade devido ao nitrogênio presente na urina que atinge os corpos d'água.

É um importante elemento, juntamente com o fósforo, na eutrofização de corpos d'água superficiais, produzindo coloração intensa e transmitindo à água de consumo humano sabor e odor desagradáveis.

Segundo BORTOLUZZI (2003), o nitrato e o nitrito podem formar-se em função da oxidação das aminas, criando, em fases intermediárias, as nitrosaminas, que são cancerígenas e podem formar complexos com hemoglobina, causando anemia. As nitrosaminas, as

nitrosamidas e uréias nitrosadas são substâncias cancerígenas que podem ter importância devido às reações entre compostos oxigenados com origem em compostos de esgotos sanitários e de produções agropecuárias.

O nitrato pode ser tóxico para peixes de água doce, mesmo em baixas concentrações como 1,0 mg/L, embora algumas espécies possam sobreviver em concentrações de até 400mg/L (níveis tão elevados decorrem de atividades antrópicas) (SEIFFERT, s.d.). GIOMETTI (1998) cita que valores de nitrato em águas não poluídas podem atingir até 5 mg/L, e chama atenção para o fato de que, em áreas rurais, o risco de desenvolvimento de metahemoglobinemia (forma grave de anemia) ou cianose devido à ingestão de águas poluídas é aumentado devido à captação de água em poços pouco profundos.

O nitrito corresponde a uma forma transitória de nitrogênio, resultando tanto da oxidação da amônia pelos Nitrosomonas em condições aeróbicas, quanto da redução de nitratos em condições anaeróbicas. Nas águas não poluídas, os nitritos aparecem com baixas concentrações, podendo atingir 0,1 mg/L, e em águas residuais pode passar de 1 mg/L (GIOMETTI, 1998).

O nitrato, para as amostras de água do rio Coruja-Bonito, foi determinado em laboratório por espectrofotômetro UV/Vis com ácido fenoldissulfônico. O nitrito foi determinado em laboratório por espectrofotômetro UV/Vis com alfa-naftilamina.

- Nitrogênio amoniacal (amônia)

O nitrogênio amoniacal total compreende NH_3 e NH_4^+ , ou seja, a amônia, em solução, pode estar na forma iônica ($\text{NH}_4^+\text{-OH}$) ou como gás dissolvido não ionizado (NH_3), conforme a reação: $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$ (OLIVEIRA, 1993). A concentração de cada um depende do pH e da temperatura (SEIFFERT, s.d.).

A amônia pode ser um constituinte natural das águas superficiais ou subterrâneas, resultante da decomposição da matéria orgânica que existe nos corpos d'água. Mas concentrações elevadas são normalmente provocadas por descargas de efluentes industriais, granjas de animais domésticos ou esgoto de origem doméstica, e provém da transformação dos compostos orgânicos nitrogenados e da redução de nitratos em condições anaeróbicas (BORTOLUZZI, 2003; GIOMETTI, 1998).

Água de escoamento superficial, após chuvas fortes, procedente do entorno de instalações de confinamento ou de área agrícola onde foi aplicado esterco em excesso, podem conter níveis elevados de amônia (SEIFFERT, s.d.). A amônia é tóxica para organismos aquáticos, sendo em concentrações acima de 0,08mg/L causam a morte de trutas. O

escorrimento de despejos de operações com suínos e de campos fertilizados com liquame comumente contém 200mg/L de amônia, o que está bem acima do recomendado pelos padrões da USEPA (Environmental Protection Agency – EUA) de 0,02 mg/L (FEDERAÇÃO..., 1999).

A presença de amônia é considerada indicativo de poluição recente das águas, pois, sob condições aeróbias, pode oxidar, convertendo-se em nitrito e então para nitrato (SEIFFERT, s.d.).

Grande parte dos compostos orgânicos é constituída de proteínas e produtos de degradação de proteínas. A hidrólise de proteínas produz aminoácidos que, em condições anaeróbias, liberam, entre outros, algumas substâncias de mau odor (como mercaptanas, aminas, fenol, sulfeto de hidrogênio e gás amônia) (OLIVEIRA, 1993).

A amônia foi determinada, em laboratório, por destilação com tampão de fosfato.

Resultados

Conforme pode ser visto na figura 21, os valores de nitrato variam muito no rio Coruja-Bonito, sendo que apenas no ponto 1 os valores tendem a ser abaixo dos limites máximos previstos pelo CONAMA.

Existe uma correlação positiva entre os teores de nitrato e de nitrito na água, no meio rural e no ponto 4, sendo que, no meio rural, há uma tendência ao aumento do nível de nitrato com a diminuição dos teores de sulfatos.

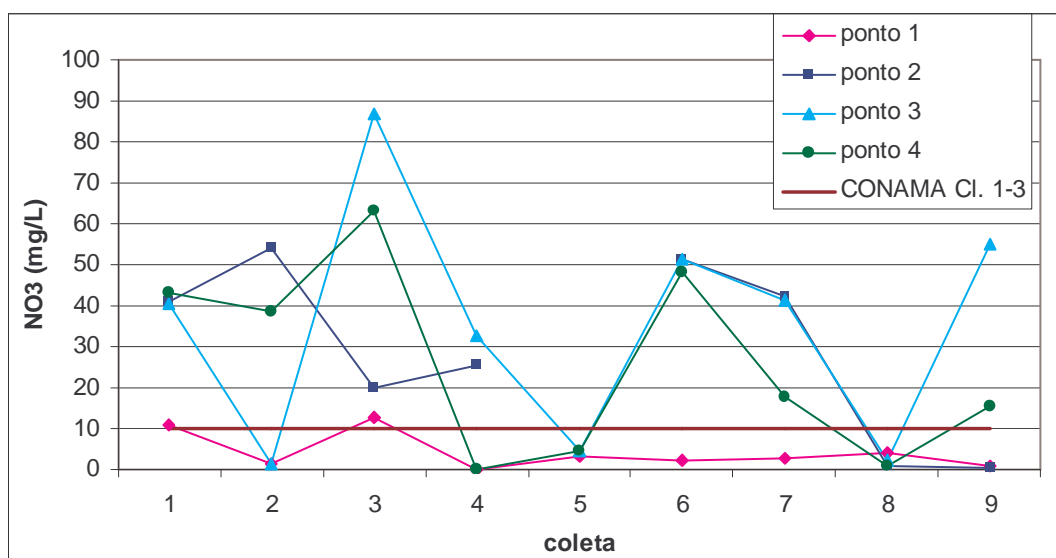


FIGURA 21: Níveis de nitrato nas amostras coletadas e valor máximo (em N) permitido pela Resolução 020/86 CONAMA para classes 1 a 3.

O teor de amônia, no meio rural, aumenta com o número de coliformes fecais, indicando recente poluição das águas por dejetos animais. A maior concentração ocorre no

ponto 1, onde os níveis de nitrato são menores. É também neste ponto que ocorre a menor saturação de OD, indicando a não oxidação do nitrogênio em função de processos anaeróbios. Além disso, cabe lembrar que o ponto 1 apresenta o menor valor médio de pH (6,06), pouco abaixo dos outros pontos (que apresentam pH médio de 6,2 a 6,5).

Aliás, existe, no meio rural, uma relação inversa entre amônia e vazão (correlação $-0,96$). Como há aumento de OD e de nitratos nos pontos 2 e 3, ocorre oxidação da amônia nesses pontos. Isto é confirmado pela correlação positiva entre os valores de nitrato e OD nos pontos 1 e 3, bem como no 4 (área urbana). No ponto 2, o nível de nitrato aumenta com o pH (coeficiente correlação $+0,99$).

Os valores de amônia atingiram picos (valores excepcionais) de 2,7mg/L nos pontos 2 e 3, e 2,8mg/L no ponto 4, na primeira coleta, quando o valor no ponto 1 também foi máximo (4,4mg/L – diante dos demais valores obtidos, este, no ponto 1, não é excepcional, segundo o teste Q de Dixon).

Na figura 22 observa-se o aumento dos níveis de nitrato e nitrito quando aumenta a quantidade de OD.

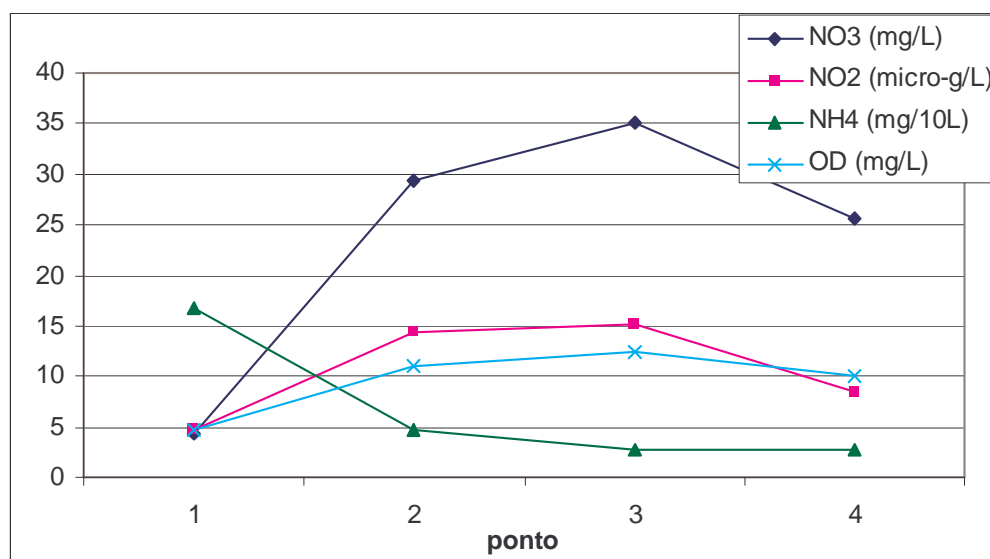


FIGURA 22: Valores médios de OD, NO_3^- , NO_2 e NH_3 ao longo dos 4 pontos de coleta (as unidades foram alteradas para que as curvas fossem melhor visualizadas)

Aos atravessar a área urbana (ponto 4), teores de nitrato e nitrito apresentam correlação positiva com DBO (acima $+0,97$).

f) Fósforo total – P total

O fósforo total (P total) inclui P orgânico e inorgânico (PO_4 , sendo o ortofosfato a principal forma do fosfato).

São fontes de fósforo, em corpos d'água, os depósitos naturais; a descarga de efluentes industriais, domésticos ou agropecuários; a erosão do solo e o escoamento superficial em épocas chuvosas; detergentes e outros domissanitários similares com o dispersante Calgon (LARINI, 1987 apud BORTOLUZZI, 2003).

Cerca de 73% do fósforo em esterco fresco de animais encontra-se na forma orgânica (SEIFFERT, s.d.). Ao ser aplicado no solo, grande parte desse fósforo é adsorvido pelas partículas do solo. Quando as quantidades aplicadas são elevadas, aumenta a concentração de P solúvel e P disponível (em equilíbrio com o P adsorvido), e o elemento pode ser deslocado pela água de escoamento ou de infiltração no solo. Isto também ocorre com aplicações continuadas que podem saturar os sítios de adsorção próximos à superfície do solo. Além do P solúvel, o P adsorvido pode atingir os corpos d'água superficiais devido à erosão dos solos, liberando continuamente P solúvel.

O fósforo é um elemento crítico na poluição da água, pois favorece a eutrofização, juntamente com altos níveis de nitrogênio. Não é um elemento diretamente tóxico para organismos aquáticos, mas algas tóxicas podem se desenvolver na eutrofização.

Segundo SEIFFERT (s.d.), corpos d'água naturais não contaminados apresentam uma concentração de 10 a $30\mu\text{g/L}$.

Em laboratório, o P total é determinado com espectrofotômetro UV/Vis com ácido aminonafitolsulfônico. A legislação expressa os limites de fósforo através de fosfato total (PO_4). Para obter o valor de fosfato a partir do fósforo total, dividiu-se P-total por 0,326 (relação molar P – PO_4).

Resultados

Assim como os teores de nitrato, os teores de PO_4 total também variam muito, conforme pode ser observado na figura 23.

Apesar de os valores médios de fosfato total serem inferiores ao limite estabelecido pelo CONAMA ($0,025\text{mg/L}$), observa-se grande variação entre coletas e entre os pontos, sendo que várias amostras apresentaram valores superiores. Mesmo que não seja considerado o pico na terceira coleta no ponto 4 (considerado excepcional aplicando-se o teste Q), este ainda permanece com valor médio próximo ao limite permitido, assim como o ponto 2: $0,023\text{mg/L}$. O menor teor médio é do ponto 1: $0,011\text{mg/L}$.

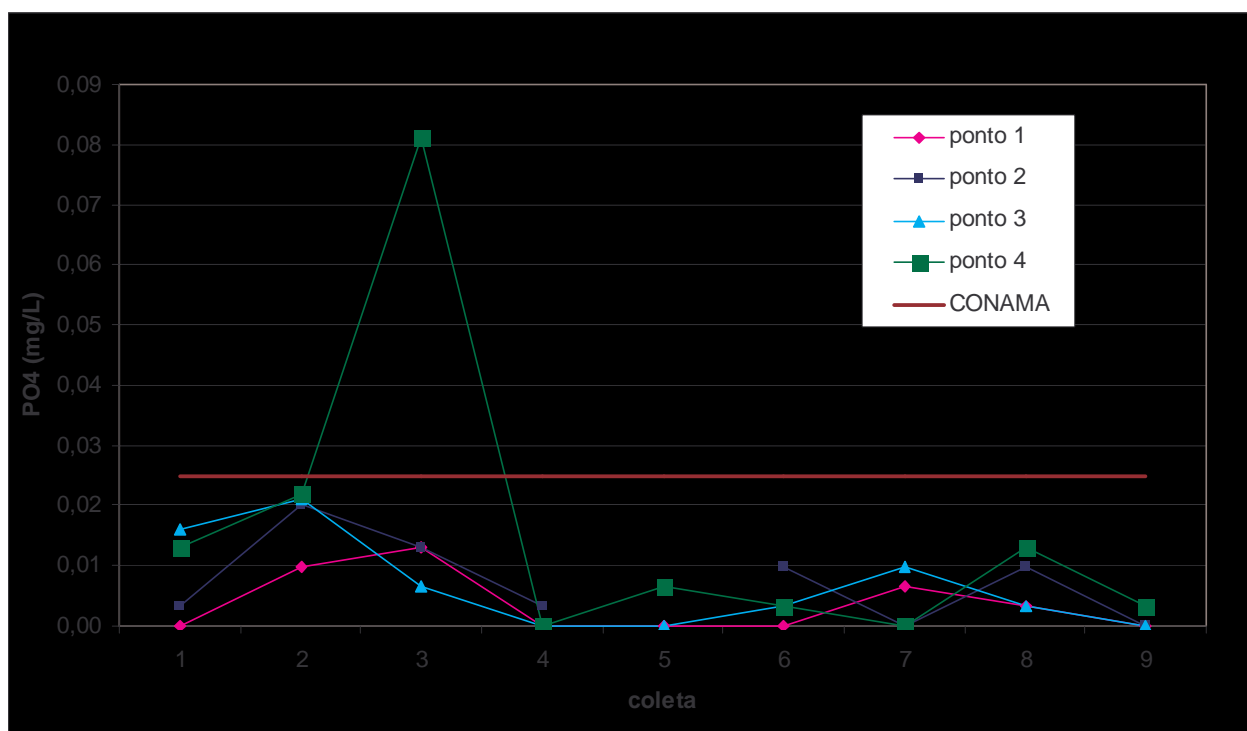


FIGURA 23: Valores de PO₄ total nas coletas realizadas e limite máximo permitido pela Resolução 020/86 CONAMA para classes 1 a 3

Vale ressaltar os teores de P-total apresentam correlação positiva com coliformes fecais (pontos 1, 2, 3 e 4), com pH (ponto 4), com ABS (ponto 2), e com DQO (ponto 2 e 3) e DBO (ponto 1).

g) Sulfato – SO₄ e Sulfeto – S

Nas áreas rurais, os sulfatos podem provir de fertilizantes que contenham enxofre na sua formulação e que são carregados até os cursos d'água, ou ainda podem originar-se no ciclo do enxofre proveniente da matéria orgânica, e de ácidos sulfônicos de detergentes presentes em esgotos (BORTOLUZZI, 2003). A presença de sulfatos nos corpos hídricos afeta a qualidade da água devido ao mau gosto que provoca.

Os sulfetos podem resultar da introdução de sulfetos com os dejetos e/ou da redução biológica de proteínas, sulfatos, e outros compostos de enxofre, presentes no material digerido. Devido à limitada solubilidade do H₂S formado, uma porção deste pode escapar com os gases (OLIVEIRA, 1993).

Podem ser tóxicos para organismos aquáticos. O sulfeto de hidrogênio, detectável pelo odor em concentrações tão baixas quanto 0,005 ppm, causa perda de apetite, vômitos, e náusea em torno de 500 ppm, e é letal a 1.000 ppm (FEDERAÇÃO..., 1999).

Resultados

Conforme pode ser visto nas figuras 24 e 25, os teores de sulfato e de sulfeto também variaram muito, tendo sido maiores na coleta 4.

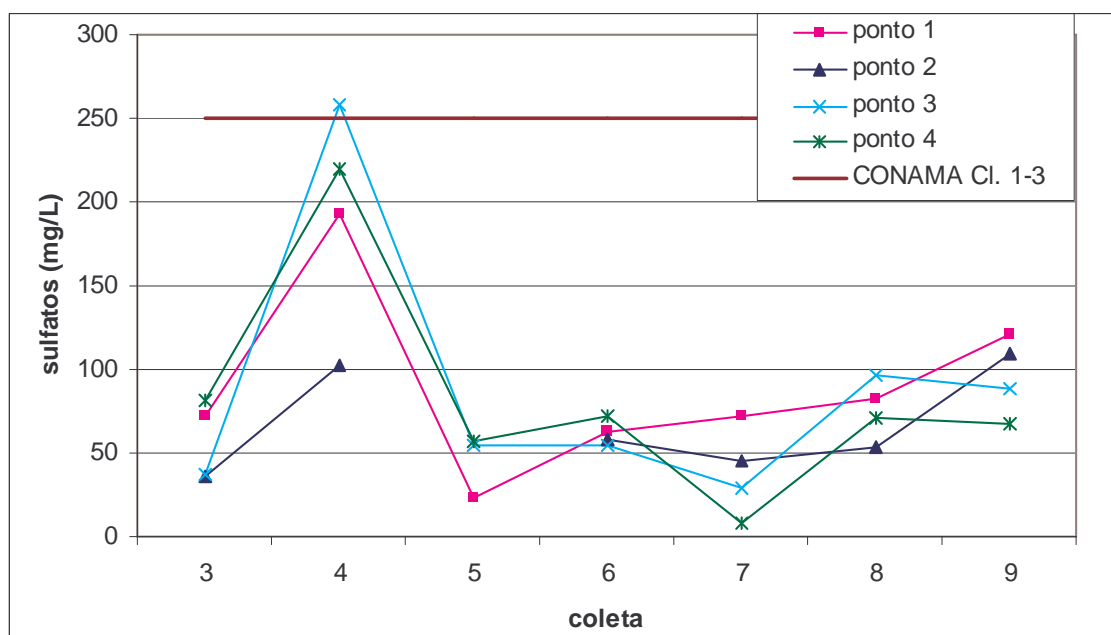


FIGURA 24: Teores de sulfatos nas amostras coletadas.

Exceto em uma análise do ponto 3 (que, segundo o teste Q deve ser desconsiderada), todos os outros resultados encontram-se abaixo do limite máximo previsto pela Resolução 020/86 CONAMA para as classes 1 a 3. Os valores médios de sulfatos e sulfetos nos pontos de coleta, desconsiderando valores descartados pelo teste Q, constam na tabela que segue.

TABELA 24: Valores médios de sulfatos e sulfetos nos pontos de coleta (em mg/L).

| Parâmetro | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| Sulfatos | 89,5 | 66,0 | 60,0 | 70,0 |
| Sulfetos | 0,071 | 0,082 | 0,237 | 0,140 |

Os valores de sulfato apresentam correlação positiva com DQO no ponto 4 (+1,00) e com ABS (+0,96).

Quanto aos teores de sulfeto, apenas 4 amostras mostraram valores superiores ao limite máximo estabelecido para a classe 3 (Resolução 020/86 CONAMA). O limite máximo para as classes 1 e 2 é de 0,002mg/L. Em 50% das amostras, o resultado foi “não detectado”.

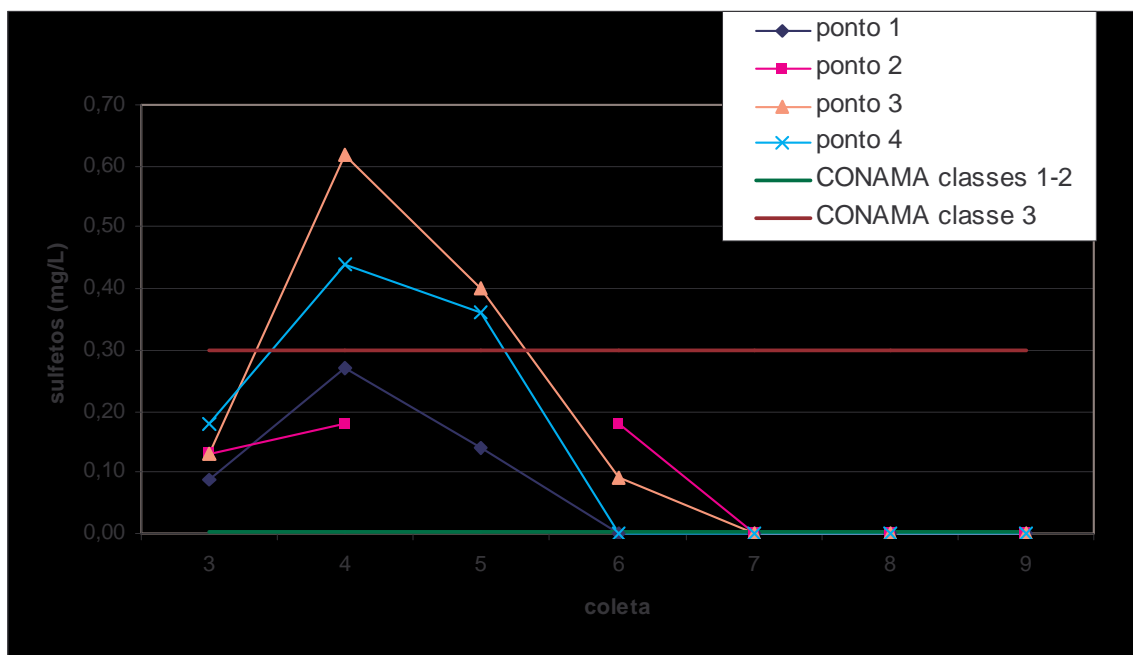


FIGURA 25: Teores de sulfetos nas amostras coletadas.

h) Detergentes com alquil benzeno sulfônicos - ABS

O ABS é um dos detergentes mais comumente utilizados, indicando, muitas vezes, a influência de águas usadas no corpo d'água receptor.

Os ABS e outros detergentes aniônicos podem ter diversas conseqüências, como: inconvenientes estéticos, pela formação de espumas; atuam como dispersantes, emulsificantes e/ou surfactantes que criam condições de dispersão em partículas de suspensão, dificultando a sedimentação, aumentando a turbidez, aumentando o caráter coloidal do meio; por serem surfactantes, afetam peixes e seres aquáticos, provocando destruição da camada protetora da pele dos peixes, podendo provocar ferimentos, bem como danos nas guelras (BORTOLUZZI, 2002)

Resultados

A figura 26 apresenta os valores de ABS das amostras coletadas e analisadas.

O ponto 4 – após a área urbana – apresenta os maiores e mais variáveis níveis de ABS, com uma média de 0,68mg/L (mesmo que o valor extremo da primeira coleta seja descartado – pelo teste Q –, a média do ponto 4 continua sendo a maior, passando para 0,45mg/L).

No ponto 1 os valores são os menos variáveis, e os valores médios vão aumentando do ponto 1 (média de 0,23mg/L) em direção ao 4, sugerindo a adição continuada e crescente de detergentes na água. Esta adição não é compensada pelo aumento da vazão, que poderia provocar uma diluição dos produtos.

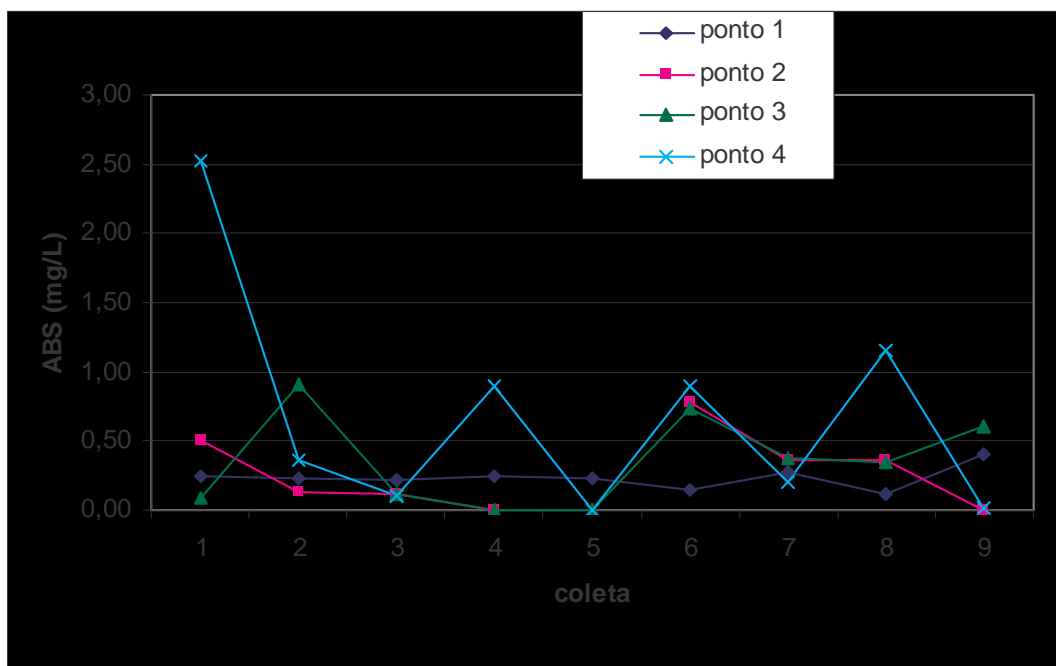


FIGURA 26: Teores de ABS nas amostras de água coletadas.

i) Cobre – Cu – e Zinco - Zn

O cobre é usado, nas rações, como promotor de crescimento em suínos. O zinco, além de promover o crescimento em dietas de leitões desmamados, aumentando o ganho de peso e o consumo de ração, também diminui a incidência de diarreia pós-desmame.⁸⁵

Nas águas, o zinco confere gosto desagradável e opalescência quando a concentração é superior a 5 mg/L. Em dosagens superiores a 15 mg/L é prejudicial à saúde, provocando doenças nos pulmões.

Teores elevados de cobre e zinco são encontrados em solos e águas de áreas onde é intensa a criação de suínos, e a adubação orgânica dos solos com dejetos dessas criações (HADLICH, 1993).

Os metais pesados são tóxicos para microorganismos que realizam a digestão anaeróbia (OLIVEIRA, 1993).

⁸⁵ Os suínos necessitam, nutricionalmente, de pequenas quantidades de cobre, sendo que esta exigência é preenchida por rações baseadas em milho e farelo de soja. Entretanto, o cobre atua como promotor de crescimento quando usado em maiores concentrações de ração. BELLAYER et al. (1981) recomendam o uso de 125g de cobre por tonelada de ração, baseados em aspectos de conversão alimentar e econômicos. PERDOMO e LIMA (1998) afirmam que o cobre atua como promotor de crescimento quando usado entre 150 e 250 ppm; para o zinco, são utilizados 2400 a 3200 ppm, na forma de óxido.

Resultados

Os valores de cobre e zinco foram analisados somente nas três primeiras coletas, a fim de verificar a presença e o nível desses metais na água. Os valores médios, por ponto, são apresentados na figura 27.

Os resultados de cobre e zinco médios foram, respectivamente, 0,0035 e 0,0165mg/L, bem abaixo dos limites máximos previstos para a classe 1 (Resolução 020/86 CONAMA: 0,02mg/L e 0,18 para cobre e zinco, respectivamente). Nenhuma análise apresentou valor superior aos limites da classe 1. Por isso, não foram realizadas análises desses metais nas amostras de água das coletas seguintes.

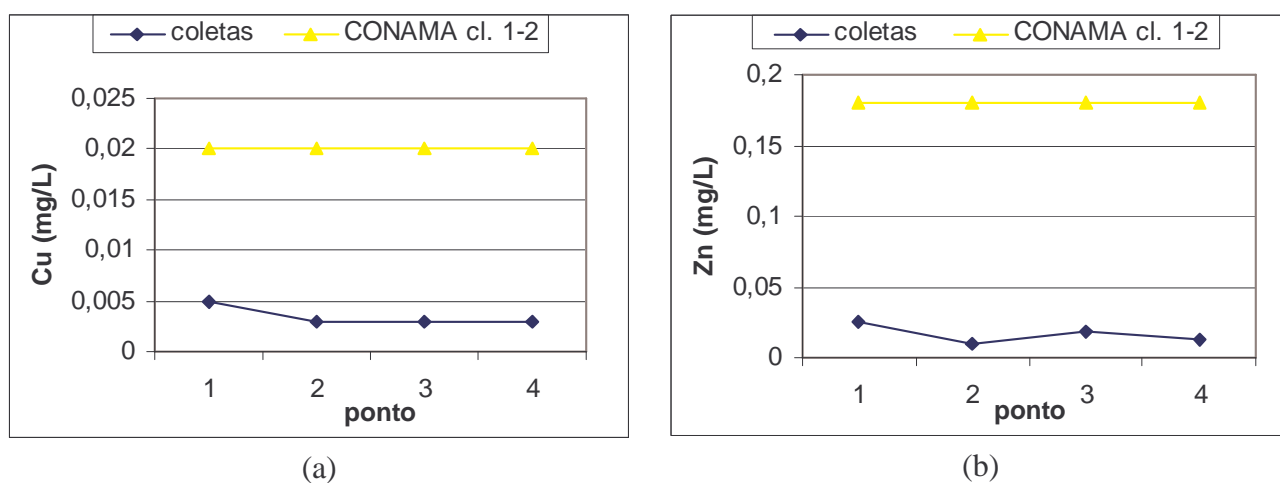


FIGURA 27: Teores médios de cobre (a) e zinco (b) nas amostras de água coletadas e limites da Resolução 020/86 CONAMA para classes 1 e 2.

Em função dos baixos valores de cobre (principalmente) e zinco na água, e devido ao valor de pH estar próximo de 6 (as constantes de formação de hidróxidos de cobre e zinco são, respectivamente, 2,0 e 6,5), aventou-se possibilidade de formação de complexos orgânicos e/ou de hidróxidos de cobre ou zinco. Por isso, foram coletadas, em duas ocasiões, amostras de sedimento para que esses metais fossem analisados.

Os sedimentos coletados foram peneirados, sendo que somente a parte fina foi analisada através de uma extração de metais disponíveis.

Apesar de poucas coletas, observou-se que os teores de cobre e zinco foram bem maiores nos sedimentos do ponto 1 do que dos outros pontos. O teor médio de cobre no ponto 1 foi 0,195mg/L, enquanto que nos outros pontos variou de 0,03 a 0,04mg/L. O teor médio de zinco no ponto 1 foi 1,59mg/L, enquanto que nos outros variou de 0,589 a 0,75mg/L. Não existe legislação que limite quantidade de metais nos sedimentos.

Observa-se, com os dados, o equilíbrio entre fases sólida e líquida, apresentando, ambas, maiores níveis de metais no ponto 1. Cabe lembrar que, no ponto 1, há pouca turbulência, e o material fino deposita-se com facilidade no fundo do leito.

3.5.4 Precipitação

Para acompanhar a precipitação na bacia, foi instalado, em julho de 2001, um pequeno pluviômetro em um dos pontos de coleta (ponto 3), onde são feitas medidas diárias (9hs e 21hs) para acompanhamento do regime pluviométrico local.

Resultados

A precipitação foi acompanhada a partir de início de julho, quando foi instalado um pluviômetro no ponto de coleta 3.

A figura 28 apresenta os valores de precipitação no período de julho de 2001 a março de 2002, momento da última coleta de amostras de água no campo.

Nenhuma relação significativa entre precipitação e valores de sólidos totais ou turbidez foi obtida.

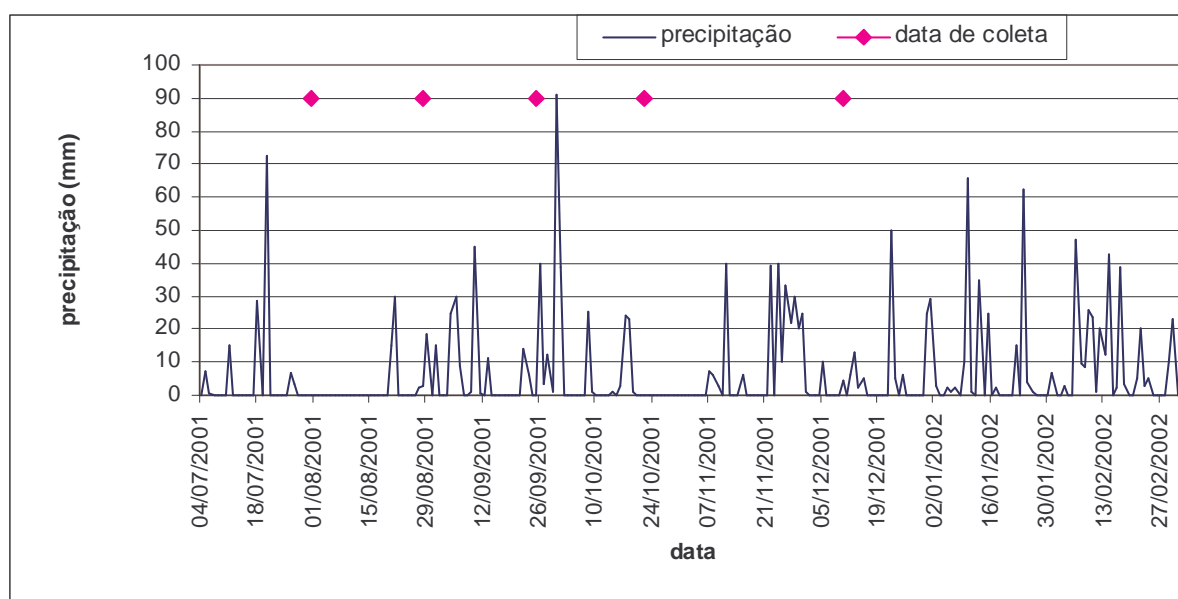


FIGURA 28: Precipitação na bacia do rio Bonito-Coruja, de julho/2001 a março/2002.

3.5.5 Síntese – qualidade da água

Diante dos resultados obtidos, pode-se afirmar que os dados obtidos são coerentes entre si, demonstrando tendências de funcionamento do ambiente (por exemplo, ponto 1 em condições menos aeróbias que os demais; maior aerobiose e processos relacionados nos pontos de maior turbulência), e são coerentes com o que se observa no campo.

As médias dos resultados das análises de água detalhadas nas tabelas 17 a 20, constam da tabela 25. Esta tabela inclui também os valores limites para diferentes parâmetros que constam no Decreto Estadual 14.250/81, que define que o rio Coruja-Bonito como pertencente à classe 2.⁸⁶

Os valores obtidos evidenciam a intensa poluição do rio Coruja-Bonito por carga orgânica, o que é expresso pelo número de coliformes e DBO.

TABELA 25: Valores médios obtidos para diferentes parâmetros de análises de água do rio Coruja-Bonito. As células sombreadas apresentam em conformidade (em verde) ou não conformidade (em laranja) para os parâmetros e limites definidos para a classe 2 segundo o Decreto Estadual 14.250/81. Constam, também, limites para parâmetros da Resolução do CONAMA 020/86.

| Parâmetro | Unidade | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Classe 2 Decr. Est. | Classe 2 Conama |
|------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|--------------------|
| Vazão | M ³ /s | 0,04 | 0,62 | 0,75 | 1,34 | | |
| pH | Unidades pH | 6,5 | 6,2 | 6,5 | 6,4 | | 6,0 – 9,0 |
| OD | mg/L | 4,7 | 11,1 | 12,4 | 10,1 | > 5 | > 5 |
| Col. Totais | NMP/100mL | 240 mil | 231 mil | 217 mil | 240 mil | < 5 mil | < 5 mil |
| Col. Fecais | NMP/100mL | 187 mil | 150 mil | 17 mil | 83 mil | < 1 mil | < 1 mil |
| DQO | mg/L | 22,5 | 30,1 | 38,4 | 30,6 | | |
| DBO | mg/L | 10,2 | 11,2 | 5,8 | 12,7 | < 5 | < 5 |
| Sol. Totais | mg/L | 94,7 | 94,5 | 94,7 | 108,8 | | |
| NO ₃ ⁻ | mg/L | 4,32 | 29,4 | 35,1 | 25,7 | < 10 | < 10 |
| NO ₂ | mg/L | 0,0047 | 0,0142 | 0,0152 | 0,0084 | < 1 | < 1 |
| N amoniacal | mg/L | 1,68 | 0,48 | 0,28 | 0,28 | < 0,5 | < 0,02 |
| PO ₄ total | mg/L | 0,011 | 0,023 | 0,021 | 0,023 | | < 0,025 |
| Cobre | mg/L | 0,0047 | 0,0033 | 0,0033 | 0,0033 | < 1 | < 0,02 |
| Zinco | mg/L | 0,0257 | 0,0097 | 0,018 | 0,012 | < 5 | < 0,18 |
| ABS | mg/L | 0,23 | 0,28 | 0,35 | 0,45 | | |
| Sulfatos | mg/L | 89,5 | 66,0 | 60,0 | 70,0 | | < 250 |
| Sulfetos | mg/L | 0,07 | 0,08 | 0,24 | 0,14 | | < 0,02 |

Os valores médios mostram diferentes comportamentos:

- no ponto 1, onde não há encachoeiramento e o rio atravessa lentamente, com meandros, uma área quase plana de pastagem, encontramos a situação mais anaeróbica: baixos valores de Oxigênio Dissolvido – OD, elevada quantidade de coliformes fecais (que

⁸⁶ Decreto nº 14.250, de 05/06/1981, Art. 5º, II – Classe 2 – águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho).

são anaeróbicos), elevado teor em Nitrogênio amoniacal e baixo em nitratos (denunciando ambiente redutor);

- no ponto 2, quando o rio já apresenta maior vazão e após ter passado por um pequeno trecho encachoeirado, os valores de OD e nitratos aumentam; nesse ponto também há aumento de Fósforo total (P total);

- no ponto 3 a condição aeróbica aumenta em função das quedas d'água a montante, o que faz diminuir a quantidade de coliformes fecais e o que, numa primeira análise, parece auxiliar na degradação da matéria orgânica e diminuir os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. No entanto, verifica-se um aumento da Demanda Química – DQO, o que pode significar que a matéria orgânica presente não é passível de degradação biológica, talvez devido à presença de substâncias tóxicas (oriundas de materiais de limpeza ou antibióticos de granjas ou de águas residuais residenciais) que impedem uma maior proliferação microbiana. Um maior valor de ABS mostra a presença de detergentes alquil-benzeno-sulfônicos na água;

- no ponto 4 aumentam ainda mais os valores de ABS, indicando a adição de águas residuais residenciais no meio urbano.

Os valores apresentados na tabela 25 mostram claramente que o rio Coruja-Bonito está fora dos padrões que determinam seu enquadramento.

Para efeito de cálculo dos valores médios e identificação do comportamento médio dos parâmetros de qualidade e quantidade de água analisados, foi aplicado o Teste Q de Dixon. Assim, foi possível identificar valores considerados excepcionais (os quais não foram considerados no cálculo das médias que constam na tabela 25), mas que, nem por isso, devem ser desconsiderados na análise do comportamento das características do rio Coruja-Bonito.

Um dos valores mais críticos de poluição foi obtido no dia 7 de maio, quando, no campo, em questão de minutos, observou-se a chegada de uma “onda de dejetos” que certamente foram liberados a partir de um depósito (esterqueira) a montante. Neste dia, as análises de DQO de amostras coletadas antes e após a chegada dessa “onda” apresentaram resultados, respectivamente, de 7,8 mg/L e 93,1 mg/L. Além disso, a amostra obtida após a “onda” apresentou os maiores valores de turbidez e de sólidos totais de todas as análises realizadas no monitoramento: 57 FTU e 327,6 mg/L, respectivamente, bem como um valor extremamente alto de N-amoniacal: 2,8 mg/L.

Esses valores extremos, conforme escrito acima, não foram considerados no cálculo das médias. No entanto, mostram que em poucos minutos é possível atingir valores de poluição muito elevados e que diferem significativamente dos valores médios que expressam a qualidade da água do rio Coruja-Bonito.

Aproveito para abrir parênteses e questionar, no momento, a validade da estatística para a análise em sistemas complexos. Se a complexidade vem no sentido de admitir as variações, será coerente utilizar a estatística? GONÇALVES (1989) chama a atenção para o fato de que a estatística abstrai as especificidades dos objetos, e são exatamente essas especificidades que não podem ser apartadas do comportamento complexo.

Fica no ar, então, a questão: teremos que nos desvencilhar da estatística e entrar no desenvolvimento matemático recente, na modelagem de sistemas complexos para melhor entender seu comportamento?

3.5.5.1 Auto-depuração

Interessante observar que, no rio Coruja-Bonito, em alguns pontos, a quantidade de OD⁸⁷ não é tão baixa quanto se poderia esperar devido à elevada carga orgânica, principalmente a partir do ponto 2; estes elevados níveis de OD relacionam-se com o processo de auto-depuração.

A auto-depuração consiste na capacidade natural do rio de eliminar poluentes por meio de processos físicos, químicos e/ou biológicos que degradam ou indisponibilizam esses poluentes.

Um curso d'água turbulento pode assimilar maior quantidade de resíduos que um curso de água plácido e com correnteza lenta, porque a turbulência introduz ar na água, ajudando a repor o oxigênio dissolvido consumido. Além disso, há a liberação de oxigênio na água por organismos fotossintéticos.

O processo de auto-depuração é apontado, principalmente por suinocultores, como “possibilidade de auto-limpeza do rio”, ou melhor, como “não há muito problema em adicionar dejetos, pois o rio se auto-depura”⁸⁸.

No entanto, a capacidade de auto-depuração é limitada, estando condicionada, sobretudo no caso de poluição orgânica, à presença de oxigênio dissolvido e de bactérias aeróbicas que oxidam a matéria orgânica. Esse aumento de oxigênio dissolvido pode decorrer:

⁸⁷ A presença de poluentes orgânicos na água (dejetos animais, esgotos, efluentes de indústrias) reduz o teor de OD – oxigênio dissolvido – a níveis críticos para a vida aquática, uma vez que estes compostos orgânicos se decompõem na água, consumindo oxigênio (SANTA CATARINA, UNISUL, 1998, v.6; EPAGRI, 1999). Maiores detalhes no anexo 2.

⁸⁸ A auto-depuração foi citada como “possibilidade de resolução do problema de dejetos em rios” em reuniões (das quais participei) realizadas com diversos moradores de Braço do Norte, inclusive suinocultores, ao longo de 2000, quando algumas pessoas desejavam formar uma ONG com preocupações ambientais no município.

- do aumento da turbulência do rio em determinados segmentos, seja por desníveis topográficos ao longo de seu perfil longitudinal, seja pela sinuosidade do rio, seja pela pedregosidade ou rugosidade do fundo e paredes do canal fluvial;

- do aumento de velocidade provocado pelo aumento de vazão, o que está relacionado às precipitações (inclusive no próprio canal fluvial) e aspectos hidrológicos locais (relação com uso e tipo de solo, declividade,...).

No rio Coruja-Bonito, ocorre, pela menos em parte, recuperação da carga poluidora devido ao aumento da turbulência em função do seu encachoeiramento, principalmente a montante dos pontos 2 e, ainda mais, do ponto 3, o que se verifica através dos valores de OD na tabela 25.

Entretanto, a auto-depuração total, como desejada por suinocultores, só ocorreria se a “adição de poluentes” fosse inferior à capacidade do rio em se auto-depurar, o que não ocorre no rio Bonito-Coruja, pois o volume de poluentes que o atingem é muito elevado, trazendo, portanto, significativas modificações na qualidade hídrica, conforme constatado através de diversos parâmetros analisados. A poluição mantém-se elevada ao longo de todo o perfil longitudinal do rio.

3.5.5.2 Poluição rural e urbana

Uma das discussões recorrentes na área, quando se trata de poluição de origem agropecuária, é a dicotomia rural X urbano, ou seja, o “pessoal da cidade” acusa sobretudo os suinocultores pela degradação da qualidade dos rios, e os suinocultores acusam os moradores urbanos devido à maior concentração de residências e carência de esgotamento sanitário.

Em decorrência dessa polêmica, foram comparados os resultados das análises de água obtidos no ponto 3 e no 4, situados respectivamente à montante e à jusante de parte da área urbana de Braço do Norte. Essa análise contribui não somente para essa discussão, mas auxilia na compreensão da dinâmica de alguns compostos químicos e parâmetros analisados na água.

Assim, considerando que até o ponto 3 a área de contribuição para o canal fluvial é exclusivamente rural, e que entre os pontos 3 e 4 predomina a área urbanizada, foi comparada a carga poluidora desses pontos. A carga poluidora corresponde à quantidade total de poluentes presentes nas águas do rio, e pode ser obtida multiplicando-se a concentração média do parâmetro analisado pela vazão média do rio, para cada ponto de coleta.

É importante ressaltar que, mesmo na área rural, a montante do ponto 3, há núcleos de adensamento populacional, como na comunidade de Pinheiral. Além disso, deve-se considerar

também que entre o ponto 3 e 4 predomina a área urbana, mas, nesse trecho do rio, há afluentes do rio Coruja-Bonito que drenam parte da área rural, onde há granjas de suínos e abatedouro. Na bacia, há granjas de suínos também na área urbanizada, que foram englobados pela expansão urbana. Decorre disto a impossibilidade de se afirmar que a diferença de carga poluente entre os pontos 3 e 4 corresponde exclusivamente à contribuição da “área urbana (sem granjas)”.

De qualquer forma, pode-se afirmar, com base nas cargas poluentes:

- por ser maior a área de drenagem até o ponto 3 do que a área de drenagem entre os pontos 3 e 4, era de se esperar que a proporção da vazão vinda da área rural fosse maior que 51%; no entanto, no meio rural grande parte da água infiltra no solo, ao contrário do que ocorre na área mais urbanizada, o que faz com que esta última tenha grande contribuição no volume final de água que atinge a foz da bacia;

- tanto a área rural (ponto 3) quanto a mais urbanizada (ponto 4) contribuem para a quantidade de coliformes totais na água. No entanto, a elevada turbulência e oxigenação da água no meio rural elevam os valores de OD que é tóxico para coliformes fecais. Assim, a auto-depuração elimina parte desses organismos no meio rural, eliminação esta menos evidente entre os pontos 3 e 4, na área mais urbanizada, onde a declividade do rio é menor;

- o valores (carga) de DQO e DBO adicionados entre os pontos 3 e 4 são semelhantes, mostrando que o material orgânico adicionado ao rio proveniente desta área de drenagem é, em sua maior parte, biodegradável. Entretanto, a grande quantidade de material orgânico não degradado até o ponto 3 (onde há elevada DQO e relativa baixa DBO) faz com que as proporções de contribuição sejam bastante diferentes para estes parâmetros: do material biodegradável que atinge a foz, 25% provém da área a montante do ponto 3, mas para a DQO, esta área predominantemente rural contribui com 70% da carga;

- os nitratos na foz são oriundos, em grande parte, do meio rural da bacia (76% da carga que atinge a foz – ponto 4 – já é encontrada no ponto 3);

- o valor de carga de nitritos não aumenta entre os pontos 3 e 4, indicando que, possivelmente, ao longo do fluxo do rio, os nitritos adicionados principalmente no meio rural vão se transformando em outras formas de nitrogênio, como nitratos;

- o N-amoniacoal, tipicamente encontrado na urina, tem contribuição tanto no meio rural quanto urbano; se considerarmos que este componente é pouco estável, tendendo a se transformar em nitritos e nitratos, conclui-se que há poluição contínua por este componente ao longo de todo o rio;

- apesar da contribuição proporcional de nitrogênio ser bem maior a montante do ponto 3 (meio rural) do que no ponto 4 (onde predomina área urbanizada), o mesmo não acontece com o fósforo (PO_4 total). A maior proporção de contribuição de detergentes com ABS entre os pontos 3 e 4 sugere importante despejo, nessa área de drenagem do rio mais urbanizada, de águas residenciais residuais que possuem, também, fósforo. Paralelamente, o fósforo é imobilizado no meio aquático no meio rural, no processo de eutrofização, visualmente evidente em vários pontos a montante do ponto 3;

- os sulfetos, característicos de meios anaeróbios (como dejetos armazenados), estão presentes em maior proporção até o ponto 3 (96% da carga de sulfetos encontrada no ponto 4 – foz – já era encontrada no ponto 3); no entanto, à medida que o rio flui até o ponto 4, formam-se sulfatos;

- o zinco, mais do que o cobre, é adicionado às águas do rio sobretudo até o ponto 3, no meio rural; no entanto, é difícil analisar estes metais, uma vez que predominam nos sedimentos sob a forma de hidróxidos precipitados;

- a quantidade de OD no meio rural é maior do que no meio urbano devido não somente à maior turbulência da água, pelo encachoeiramento do rio, mas também às transformações que ocorrem entre os pontos 3 e 4 de oxidação de nitritos e sulfetos.

Enfim, a adição de dejetos de suínos (principalmente) no rio na área rural é notória. No entanto, a adição de águas residuais residenciais e o esgotamento sanitário assumem importância também no meio urbano, evidenciando que a discussão “quem polui mais” é irrelevante.

3.6 FASE DE PRODUÇÃO

Na produção de suínos, os componentes básicos do sistema são constituídos por: produtor, animais, instalações, alimentação e tipo de manejo do rebanho, e manejo de dejetos.

No presente estudo, não cabe o detalhamento do tipo de manejo do rebanho realizado, mas, sim:

- uma caracterização geral das granjas na bacia;
- uma estimativa da quantidade de dejetos produzidos, calculada a partir do tamanho do rebanho e do valor médio de produção de dejetos;
- a forma e características de coleta, armazenamento, tratamento e utilização desses dejetos;
- os processos que levam à poluição do rio.

Para tanto, serão descritos e discutidos os seguintes tópicos:

- o *sub-sistema granja-esterqueira*, visando caracterizar o rebanho e o sistema de coleta e armazenamento-tratamento dos dejetos;
- o *processo de contaminação esterqueira – rio*, seja de forma direta, através da liberação dos dejetos diretamente no rio, seja de forma indireta, aplicando o dejetos no solo, a partir de onde os poluentes atingem o rio;
- o *homem*, que atua como regulador em todo o sistema.

3.6.1 Subsistema granja-esterqueira

Segundo EPAGRI-CIRAM (2000), na bacia do rio Bonito-Coruja existiriam cerca de 75 propriedades se dedicando à suinocultura, com capacidade instalada de produção de “69.000 cabeças” (p. 62)⁸⁹. A grande maioria dos produtores (87%) desenvolve a produção do tipo ciclo completo (ver figura 29).

No levantamento realizado nesta pesquisa (BRASIL e HADLICH, 2002), o número obtido de granjas em funcionamento e animais produzidos foi bem menor: 39 granjas e 32 mil animais (se considerado o número total de animais declarado) ou 37,5 mil animais (se considerado o número de matrizes)⁹⁰.



FIGURA 29: Em granja de ciclo completo encontramos diferentes fases da produção de suínos, como aleitamento (A) e crescimento (B) (Fotos: C. Caubet, jun/2000).

⁸⁹ A capacidade instalada significa que haveria, na bacia, uma infra-estrutura capaz de alojar 69 mil suínos ao mesmo tempo, considerando diferentes fases de desenvolvimento. Em números aproximados, isso representaria uma produção anual de 120 mil suínos. Pela tabela do Inventário que apresenta a lista dos suinocultores e o número de matrizes, o número de granjas seria 61 (3 desativadas), e a capacidade instalada não ultrapassaria 50 mil animais (considerando-se 10 suínos produzidos por matriz), sendo que uma capacidade de aproximadamente 3 mil animais estaria desativada.

⁹⁰ Calcula-se o tamanho do rebanho multiplicando-se o número de matrizes por 10, que é o número médio de leitões por matriz apresentado na literatura especializada e confirmado no levantamento de BRASIL e HADLICH (2002) para a bacia do rio Coruja-Bonito.

Diferentes fatores podem ter colaborado para essas diferenças numéricas no que se refere ao rebanho de suínos na bacia. Um deles é o fato de o levantamento da EPAGRI ter sido realizado envolvendo suinocultores de toda a bacia, inclusive do meio urbano (já que algumas granjas passaram a pertencer ao meio urbano após a promulgação da Lei Municipal no. 1.586/2000, que ampliou a área urbana do município), enquanto o levantamento nessa tese abarcou somente o meio rural. Outro fator é a diminuição do rebanho total no município entre 2000 e 2001 (no entanto, essa redução foi muito pequena, de somente 1%). Além disso, os alunos que aplicaram o questionário⁹¹, por não conhecerem a área tão bem quanto os técnicos da EPAGRI que realizaram o levantamento, podem não ter incluído granja(s) pertencente(s) à bacia.

Mesmo considerando todas essas possibilidades, a diferença entre os levantamentos é muito grande. Discutindo os valores obtidos com técnicos da área, o principal fator apontado foi a não declaração, por parte de muitos suinocultores, do rebanho total ou número total de matrizes. Esse tipo de comportamento foi confirmado na reunião realizada com a comunidade em 20 de outubro de 2001, e é atribuído à desconfiança por parte dos suinocultores em relação à utilização posterior dos dados declarados e receio de fiscalização ambiental, já que alguns suinocultores aparentemente produzem suínos em quantidade maior do que permitido pela licença que possuem.

O número aproximado de suínos na bacia indica a importância econômica da atividade e a quantidade de dejetos produzida, daí o interesse neste estudo. No entanto, diante da variação de números, serão ressaltados aspectos qualitativos da produção.

Na bacia do rio Bonito-Coruja, o sistema de produção de suínos é confinado. No que se refere à componente “granja”, a situação do manejo da água não difere de outros locais do Estado: ocorre desperdício de água por bebedouros, excesso de água é utilizado na limpeza das instalações o que, segundo VOTTO (1999), é provocado pelo despreparo técnico dos suinocultores. Essas práticas aumentam a proporção de água nos dejetos, aumentando o volume e diluindo os compostos e elementos passíveis de utilização na adubação orgânica.

Diversas características do sistema, fundamentais para a compreensão dos processos que levam à poluição do rio, estão relacionadas à estrutura operacional e física – componentes estruturais – do subsistema granja-esterqueira.

⁹¹ Ver o anexo 1 para maiores detalhes.

3.6.1.1 Localização da estrutura física

O subsistema granja-esterqueira encontra-se sempre (ou quase sempre) próximo a um rio, o Bonito-Coruja ou um de seus afluentes (como se pode observar na figura 30).

Essa localização está tradicionalmente atrelada à idéia de que “a água leva o lixo embora, rio abaixo”. É a visão, conforme ressalta MORAES (1999), dos meios líquidos como depositários adequados de resíduos e dejetos, e das vias aquáticas como condutos naturais de escoamento e dispersão de lixo e dejetos.

Efetivamente, a idéia inicial de instalar pocilgas próximo aos rios era livrar-se facilmente dos dejetos. Essa idéia permaneceu ao longo da expansão da suinocultura, e essa proximidade facilita os dejetos atingirem os corpos d’água superficiais. A localização física das instalações de criação de suínos e de armazenamento e tratamento de dejetos próxima dos rios, no entanto, na maior parte dos casos (para não dizer na sua totalidade) é ilegal, conforme legislação vista no item *Legislação Ambiental e Suinocultura*.



FIGURA 30: Granja de suínos e esterqueira descoberta situadas junto à rede de drenagem, situação típica encontrada em toda a bacia do rio Coruja-Bonito.

3.6.1.2 *(In)existência de sistemas de armazenamento e de tratamento*

Segundo o Sindicato dos Suinocultores de Braço do Norte e Grão Pará, agrônomos da EPAGRI e médicos veterinários da CIDASC, “praticamente todas” as granjas de suínos possuem esterqueiras para tratamento primário e armazenamento dos dejetos. Segundo o Eng. Agrônomo Antônio Paulo Filgueiras, da EPAGRI de Braço do Norte, em comunicação em 2001, restam ainda (ou restavam, na época) 5% de granjas que não possuem qualquer sistema de tratamento. Nesse caso, os dejetos fluem diretamente para o rio mais próximo.

3.6.1.3 *Subdimensionamento*

Mesmo que 95% das granjas de suínos possuam sistema de armazenamento e tratamento de dejetos – esterqueiras, sobretudo, pois lagoas de tratamento são raras na bacia – essas se encontram, muitas vezes, subdimensionadas: “A maioria das esterqueiras existentes na Sub-bacia possuem sérios problemas de construção e dimensionamento, não atendendo as especificações com relação à capacidade de armazenamento, ...”⁹² (EPAGRI-CIRAM, 2000, p. 61). Continua: “A pura e simples construção de esterqueiras não tem propiciado o armazenamento adequado dos dejetos produzidos, na medida em que a maioria delas se encontra subdimensionada e não compatíveis com as quantidades de dejetos produzidos.”

Segundo os próprios suinocultores, a estrutura de armazenamento é considerada suficiente por 95% deles – situação que, no campo, percebe-se ser irreal, dada a precariedade de várias instalações (exemplo: figura 31). Desses, 54% declararam que a esterqueira é descoberta, o que deve ser evitado para não aumentar o volume de dejetos em função da adição de água de chuva diretamente ou da água que escoar para dentro das esterqueiras (BRASIL e HADLICH, 2002).

A facilidade com que os dejetos podem atingir os corpos d’água superficiais, devido à proximidade dos rios e ao subdimensionamento (ou mesmo a inexistência) dos sistemas de armazenamento-tratamento, nos leva ao primeiro processo de poluição do rio: *da esterqueira para o rio*.

Antes, porém, é necessário ressaltar que o principal regulador nesse subsistema granja-esterqueira é o *homem*, que, no primeiro nível espacial de análise – nível local – define criar suínos, instala a granja próximo ao rio, (sub)dimensiona as esterqueiras, etc., e, em outros níveis – estadual, nacional, internacional – define as políticas agropecuárias, sobre crédito,

⁹² O texto continua: “... obrigando aos suinocultores despejar os excessos na rede de drenagem natural, sempre que ocorrerem casos de transbordamento.” – interessante poder que as esterqueiras possuem de obrigar os suinocultores poluírem o rio...

fomento, instalação de indústrias, entre outros, que, por sua vez, tornam-se condicionantes do nível local. Esse “regulador”, o *homem*, será tratado em outro tópico, mais adiante.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 31: (A) Esterqueira (buraco no solo) em área baixa do terreno, que capta, além dos dejetos da granja de suínos, as águas pluviais. Devido ao subdimensionamento, foi aberta uma canalização a céu aberto (B) para levar os dejetos até uma lagoa, mais abaixo, que se encontra completamente eutrofizada (C).

3.6.2 Processo poluição esterqueira – rio

A poluição de corpos d'água por dejetos coletados e armazenados em esterqueiras pode se dar de duas formas:

- direta: quando os efluentes correm a céu aberto ou são escoados por canais ou tubulações diretamente até um rio;
- indireta: quando, após aplicados no solo como adubo orgânico, os dejetos atingem rios.

3.6.2.1 Fluxo direto: esterqueira - rio

A “esterqueira”, conforme sua própria função esclarece, é, no geossistema, um *armazenador*. No entanto, por estarem em sua maioria subdimensionadas, as esterqueiras não atendem sua função plenamente. Decorre, então, o extravasamento de dejetos e sua afluência nos rios locais e, conseqüentemente, a visível eutrofização dos corpos d'água.

Além dos efluentes que atingem os corpos d'água em função do subdimensionamento das estruturas de armazenamento-tratamento dos dejetos, ocorre, na bacia, o despejo direto, através de sistemas de canalização (os chamados “cano ladrão”), de dejetos nos rios para esvaziamento de esterqueiras (a exemplo do que relatam VOTTO, 1999 e GUIVANT, 1998, para o Oeste de Santa Catarina, ou do que ocorre em outras regiões do mundo, conforme mostra POCHON, 1991).

Esse comportamento foi confirmado na reunião realizada em 20 de outubro de 2001 com a comunidade do Pinheiral. Os participantes (mais de 100) afirmaram que muitos suinocultores “largam” os dejetos no rio quando as esterqueiras estão cheias, e o fazem antes de chuvas. Nesse caso, as precipitações pluviométricas diluem os dejetos despejados e aceleram o escoamento, dificultando a identificação da emissão intencional e do foco poluidor.

Neste processo, sob diferentes condicionantes, o *homem é regulador*: ou pela sua responsabilidade no que se refere ao subdimensionamento, ou pela sua responsabilidade sobre o processo voluntário de extravasamento das esterqueiras, o que constitui ilegalidade diante da legislação estadual que fixa os padrões de qualidade de efluentes que podem ser liberados nos corpos d'água (conforme visto no item referente à legislação).

É possível concluir, portanto, que, a exemplo do Oeste Catarinense (VOTTO, 1999), a legislação ambiental do Estado que proíbe e regulamenta o lançamento dos estercos de

animais nos recursos hídricos, não é cumprida por todos os suinocultores na bacia do rio Coruja-Bonito.

Dejetos lançados no rio

Um acontecimento que merece registro: em janeiro de 2001, durante o trabalho de reconhecimento da bacia para aplicação do questionário de levantamento de dados do meio rural (BRASIL e HADLICH, 2002), em um determinado trecho de uma estrada (que não correspondia às estradas principais da bacia), estávamos atrás de um caminhão com caçamba cheia de dejetos sólidos de suínos. Ultrapassamos o caminhão. No retorno, o vimos saindo de um local próximo a um matagal, e, ao nos aproximarmos, percebemos que a carga de dejetos havia sido despejada no barranco; no final do barranco havia um pequeno riacho. Será este acontecimento a mostra de que mais um tipo de destinação de dejetos deve ser considerado nos levantamentos realizados? De qualquer forma, dificilmente alguém assumiria a responsabilidade por esse ato, assim como no levantamento realizado nenhum dos suinocultores afirmou que liberava dejetos no rio.

Outro episódio a ser mencionado ocorreu no primeiro dia de coleta de água no campo, 7 de maio de 2001. Ao iniciarmos a coleta de água no ponto 3, pouco antes do início de uma chuva, foi notória a chegada de uma onda de dejetos: em questão de segundos, a água do rio deixou de estar transparente para tornar-se opaca, de coloração marrom claro e com odor desagradável. As análises de DQO em amostra coleta antes da chegada desta onda (1ª amostra) e outra após (2ª amostra), mostraram aumento de 12 vezes no valor do parâmetro, e os valores de sólidos totais e turbidez da 2ª amostra foram os maiores obtidos em toda a campanha de monitoramento. Evidentemente, este pico de poluição decorreu do lançamento direto de dejetos de suínos no rio, logo a montante do ponto 3.

3.6.2.2 Fluxo indireto: esterqueira – solo – rio

A. Esterqueira – solo

Na bacia do rio Coruja-Bonito, o material armazenado nas esterqueiras é utilizado como fertilizante orgânico em pastagens e cultivos. Essa destinação dada aos dejetos é declarada por 97% dos suinocultores entrevistados⁹³ (BRASIL e HADLICH, 2002).

A principal forma de distribuição dos dejetos no solo é o espalhamento do material transportado até as áreas de aplicação através de sistema de bombeamento (conjunto moto-bomba) e tubulações.

⁹³ 92% dos suinocultores entrevistados declaram que aplicam os dejetos (todo material armazenado na esterqueira, líquido e sólido) em lavouras próprias, e 5% em lavouras dos vizinhos. Alguns dos suinocultores que utilizam dejetos na lavoura própria, afirmaram que, em caso de “sobra” de dejetos, aplicam em lavouras de vizinhos. Os 3% restantes utilizam a parte sólida dos dejetos para alimentação de bovinos e a parte líquida, após armazenamento em esterqueira, é também bombeada para lavouras. Ou seja, como era de se esperar, nenhum dos suinocultores afirmou jogar dejetos nos corpos d’água, mesmo aqueles que consideram sua infra-estrutura de armazenamento insuficiente.

Tecnicamente, os dejetos devem ser aplicados em quantidade e em época recomendada, em áreas não muito declivosas e longe do sistema de drenagem natural, segundo recomendações técnicas específicas (SOCIEDADE..., 1997; EPAGRI, 1995).

Apesar de a adubação orgânica ser a principal recomendação da assistência técnica em todo Estado para destinação dos dejetos de suínos, ocorrem problemas de aplicação, na bacia, relacionados ao relevo e a características físicas dos dejetos. Acentuadas declividades dificultam o trabalho de espalhamento dos dejetos em uma área, e dificultam também o bombeamento dos dejetos até essas áreas, exigindo, muitas vezes, conjuntos moto-bomba com grande potência e elevado consumo de energia elétrica. Ademais, a diluição dos dejetos devido à grande quantidade de água desperdiçada nas granjas faz com que alguns suinocultores se desinteressem pela aplicação, afirmando que “não irão gastar energia para aplicar água nas lavouras e pastagens”. Ou a heterogeneidade do material líquido-sólido provoca entupimentos e danos no sistema de bombeamento.



FIGURA 32: Aplicação de dejetos em pastagem na beira do rio, em área de elevada declividade.

Outra forma de aplicação é através de espalhador acoplado a um trator. No entanto, poucos são os suinocultores que dispõem dessa tecnologia de aplicação, a qual é desfavorecida pelo relevo local.

É muito importante salientar que, segundo análise realizada por EPAGRI-CIRAM (2000), apenas 42% da área da bacia possui condições de solo e relevo para recebimento de

dejetos de suínos. E, mesmo que os dejetos fossem aplicados uniformemente na área potencial, ainda assim ter-se-ia um excedente de aproximadamente 20,5 m³/ha.ano.

Assim, a prática de distribuição de dejetos em áreas de pastagens e em áreas de cultivo resolve em parte o problema, pois esse uso evita transbordamento das esterqueiras. Porém, a sobrecarga de dejetos e características da bacia (relevo, solos) levam à poluição dos rios de forma *indireta* – os dejetos passam, primeiramente, pela aplicação nos solos, para depois atingir cursos d'água.

B. Solo – rio

Há duas formas básicas de os dejetos poluírem as águas após aplicados no solo: por processos erosivos, ou por transporte de materiais solubilizados – ambos condicionados, portanto, às precipitações pluviométricas.

A partir dos dejetos aplicados no solo, a poluição da água ocorre quando um contaminante encontra um caminho desde a fonte (dejeito no solo) até o corpo d'água receptor, em tais quantidades que comprometam o uso desejável dessa fonte de abastecimento. O caminho que um contaminante percorre para alcançar um corpo d'água depende de suas características físicas e químicas, bem como das características superficiais e sub-superficiais do solo (SEIFFERT, s.d.). Muitos constituintes dos dejetos movimentam-se como pequenas partículas orgânicas (sedimentos suspensos, bactérias), enquanto outros (amônia, fósforo) são adsorvidos a partículas orgânicas do solo. Sedimentos, partículas orgânicas ou substâncias adsorvidas podem sofrer erosão, ou seja, serem deslocadas fisicamente da superfície do solo, pelo impacto e escoamento da água da chuva, em direção à rede de drenagem. Partículas e substâncias adsorvidas não se movem ao longo do perfil pedológico devido à ação filtrante do solo. Entretanto, substâncias solúveis, tais como os nitratos, podem percolar facilmente e alcançar o lençol freático, ou podem mover-se lateralmente, migrando juntamente com o fluxo d'água superficial ou sub-superficial, em direção aos corpos d'água. Cabe lembrar que a matéria orgânica contida nos esterco favorece a solubilização dos fosfatos; em solos argilosos, os problemas com percolação de fosfatos são minimizados, pois o seu movimento é insignificante. Em compensação, esse fosfato acumulado nas camadas superficiais pode atingir as águas através de processos erosivos.

Outra forma de os dejetos poluírem as águas é a aplicação em excesso, principalmente em áreas de elevada declividade ou próximo aos rios, quando ocorre escoamento superficial da parte líquida dos dejetos diretamente para a rede de drenagem.

O solo também é intermediário entre dejetos e rio quando os dejetos são armazenados em simples buracos escavados no chão, em esterqueiras ou lagoas sem revestimento impermeabilizante, o que possibilita a infiltração de dejetos, podendo diferentes constituintes atingir corpos d'água superficiais, subsuperficiais ou subterrâneos, gerando problemas de poluição.

Este processo de poluição, *solo – rio*, está condicionado pela quantidade de dejetos aplicada, suas características, pelas características físicas, químicas e biológicas dos solos e da estrutura geológica, pela hidrologia local, pelo relevo, pela intensidade e quantidade de chuvas, e, na origem do processo, pelo *homem* que realiza a aplicação.

Fugindo do processo de poluição propriamente dito, aproveito para citar alguns pontos que considero importantes a respeito da recomendação, por parte de grande parte do serviço de pesquisa e extensão no estado, quanto ao uso de dejetos como adubo orgânico.

Quanto à aplicação de dejetos no solo, ainda prevalece a idéia de elaboração de planos de adubação com base na composição química dos dejetos (avaliada por densímetro), área a ser utilizada, fertilidade (resultado da análise do solo) e tipo de solo, exigências da cultura a ser implantada. Ou seja, o balanço é feito não sob o enfoque da dinâmica ambiental dos elementos presentes nos dejetos, mas, sim, sob o enfoque de produtividade agrícola, a partir do qual se afirma que não ocorrerão danos ambientais (MIRANDA et al., 2000). Sob esta perspectiva, persiste a idéia de que somente o volume de dejetos que extrapola o limite de utilização agrônômica da propriedade, deve ser obrigatoriamente tratado ou cedido a terceiros, como cita PERDOMO (2000).

Cabe lembrar que, de acordo com orientação do Escritório Regional da EPAGRI em Chapecó, para solos bem desenvolvidos, profundos, como os Latossolos ou mesmo Terras Roxas ou Brunas, podem receber aplicações de até 80m³ por hectare de esterco líquido de suínos com matéria seca entre 4 a 6%, “sem risco de poluição das águas subterrâneas com nitrato” (FEDERAÇÃO..., p.27).

Ora, se no Oeste de Santa Catarina, onde são utilizados sistemas de bioesterqueira e esterqueira (para 88% do volume de dejetos produzidos), e 84% é aplicado nas lavouras⁹⁴,

⁹⁴ SEIFFERT (s.d.) afirma que, no oeste catarinense, a utilização de dejetos como fertilizante agrícola não ocorre em todas as propriedades devido à composição diluída (cerca de 97% de água), que desencoraja sua aplicação no solo devido aos custos de transporte e aplicação, aviltados pelo excesso de água e pela baixa resposta vegetal. Além disso, devido às condições topográficas predominantes nas pequenas propriedades (relevo bastante declivoso), solo raso (menos de 50cm de profundidade) a pouco profundo (menos de 100cm) e pedregoso, existe uma escassa disponibilidade de áreas próprias para cultivos anuais mecanizados e aplicação de fertilizantes orgânicos.

principalmente de milho, com uma média por propriedade de 44m³ de dejetos/ha (recomendado para a cultura: 40m³/ha.ano) (GOSMANN, 1997), como explicar a poluição, por coliformes fecais, de 84%⁹⁵ dos mananciais de água consumida pela população? Não terá o deslocamento de constituintes do solo até os corpos d'água participação nessa poluição?

Estudos realizados na Bretanha, França, área mais contaminada do mundo com dejetos de suínos, comprovaram o acúmulo de metais pesados no solo e a possibilidade de poluição de recursos hídricos por estes elementos oriundos da aplicação dos dejetos no solo, bem como problemas de eutrofização de águas devido ao excesso de nutrientes, ressaltando-se nitrogênio e fósforo, no sistema (HADLICH, 1993; COPPENET e GOLVEN, 1984; COPPENET et al., 1993; POCHON, 1991; PIREN-CNRS, 1991).

Em decorrência da falta de informações precisas sobre a composição e concentração de elementos químicos nos dejetos, sobre a aptidão dos diferentes tipos de solos e culturas para o recebimento desses elementos, bem como seu efeito sobre o meio ambiente a curto e a longo prazos, a aplicação desses dejetos no solo tem sido, de certa forma, limitada em quantidade. Em Santa Catarina, essa limitação tem sido feita, com frequência, em relação à quantidade de nitrogênio a ser aplicada na cultura do milho, que é tomada como base para o balanço de nutrientes (que relaciona necessidade da cultura e quantidade de nitrogênio nos dejetos).

Entretanto, sob uma ótica de “proteção ambiental”, SEGANFREDO (2000) recomenda calcular a adubação orgânica segundo o nutriente que a cultura menos precisa (no exemplo citado no artigo, foi o cobre); nesse caso, há necessidade de complementar com adubação N-P-K mineral. No caso do balanço pelo nitrogênio, propõe adubar segundo a necessidade da cultura de nitrogênio de base (quantidade necessária no início do desenvolvimento vegetativo), mas jamais pelo nitrogênio total necessário para todo ciclo da planta, pois ocorre muita sobra deste elemento, propiciando a percolação dos nitratos formados até os lençóis freáticos.

Alguns pesquisadores propõem a determinação da *capacidade de suporte* dos solos no que se refere ao recebimento de dejetos. Essa capacidade referir-se-ia à quantidade que o solo pode receber de dejetos sem riscos de “transmitir” poluentes para os corpos d'água. Para tanto, seriam avaliadas capacidades de adsorção e transformação/degradação desses compostos. A capacidade de suporte, portanto, tem sido vista por muitos como uma questão científica que relaciona dejetos e solos.

No entanto, conforme bem coloca BRASIL (2002, p. 98),

⁹⁵ Segundo CHRISTMANN (1994), que associa a poluição dos recursos hídricos com dejetos de suínos.

a determinação da capacidade de suporte de um geossistema depende não só dos aspectos naturais, mas do tipo de atividade desenvolvida, de hábitos e costumes e determinações econômicas e sociais. Conforme salienta Enrique Leff (1994: 43) “o potencial ambiental de uma região não está determinado tão só por sua estrutura ecossistêmica, mas também pelos processos produtivos que nela desenvolvem diferentes formações sócio-econômicas”. A determinação da capacidade de suporte de um sistema possibilita o estabelecimento do volume de produção aceitável de determinada atividade.

Qual seria, então, a capacidade de suporte do meio no que se refere aos dejetos de suínos produzidos na bacia?

A preocupação que levanto é de o serviço de extensão do Estado (EPAGRI) e dos municípios (Secretarias de Agricultura) estar recomendando uma prática que, baseada na justificativa de diminuir custos de adubação mineral na propriedade, aparentemente resolve o problema de poluição das águas por dejetos de suínos – uma prática que cada vez mais se propaga e instala em áreas de produção agropecuária como retorno econômico (que efetivamente ocorre, pois reduz a necessidade de aplicação de adubos minerais) e como “resolução do problema ambiental da suinocultura”. Uma prática que, segundo muitos técnicos, “só causa problemas quando aplicada da forma incorreta devido à ignorância do produtor” – que realmente ignora os danos possíveis advindos tanto da aplicação “incorreta”, bem como da “correta” (quantidades limitadas, locais apropriados, etc.): – temos o exemplo da Bretanha, França, que, embora com condições climáticas e pedológicas completamente diferentes das nossas, evidencia a insustentabilidade de “aplicar corretamente” dejetos de suínos no solo por vários anos (mais de 15 ou 20 anos). Uma prática que, vista hoje como resolução de um problema, pode, na dinâmica de um sistema complexo, tornar-se um problema ambiental muito maior futuramente: qual o custo para despoluir solos? qual o custo para retirar nitratos de lençóis freáticos ou águas subterrâneas, que são fontes de água na maior parte das granjas de suínos na bacia, quiçá no Estado?

FLORIT (1998, 1999), analisando a poluição provocada pela suinocultura e o Projeto Microbacias/BIRD implementado em todo Estado no início dos anos 90, afirma que a proposta de implantação de (bio)esterqueiras e uso dos dejetos como adubo é mais uma solução política do que técnica, pois é utilizada para neutralizar uma situação de conflito de interesses que envolvem os agricultores, as agroindústrias e o resto da sociedade que reclama pela qualidade do ambiente.

Penso, neste momento, no problema advindo da localização física das granjas na propriedade, da sua proximidade de rios. Muitos suinocultores, quando “acusados” por técnicos da área rural de estarem violando leis, mostram-se indignados: “Mas foram vocês

mesmos que recomendaram instalar próximo do rio!” – uma recomendação antiga, mas já posterior ao Código Florestal de 1965 que trata, entre outros, da manutenção de faixa de mata ciliar; uma recomendação técnica que não visualizou períodos de tempo longos.

“Recomendações técnicas”- que não consideram que a suinocultura é uma atividade que faz parte de um sistema complexo, com sua historicidade, com conseqüências (in)imagináveis e (im)previsíveis que vão muito além do que podemos “controlar”. Se há anos atrás não existia suporte teórico para esta compreensão, do complexo (ou, pelo menos, do “complicado”), hoje existe, e diante da velocidade de degradação de recursos naturais não podemos nos dar ao luxo de acharmos que estamos “acertando” quando há exemplos históricos, locais ou mundiais indicando a possibilidade (certeira) do erro.

Essas considerações não impossibilitam o uso de dejetos de suínos como adubo orgânico. Mas atentam para o fato de que essa não é uma solução definitiva, muito menos quando se considera a forma como vem sendo feita. Há problemas metodológicos na definição das quantidades que podem ser aplicadas, há problemas na pesquisa; antes: há problemas na percepção do problema, é a “crise de percepção”, como nos diz Fritjof Capra.

3.7 FASE DE COMERCIALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO

Na bacia em estudo existe um abatedouro com Inspeção Sanitária Federal (desde setembro de 2000), e, segundo EPAGRI-CIRAM (2000), 12 abatedouros ou frigoríficos com Inspeção Sanitária Estadual ou Municipal, ou clandestinos.

Um aspecto diferencial da produção suinícola desenvolvida na bacia, em relação a outras áreas produtoras, como o Oeste Catarinense, está no fato de que somente uma pequena parcela (19%) dos produtores está inserida no sistema de integração à agroindústria, principalmente aos frigoríficos Pamplona ou Seara. A maioria dos produtores da bacia não faz parte do sistema de integração, e comercializa a produção diretamente com frigoríficos locais, que fazem a distribuição dos produtos para o Estado. Segundo BRASIL e HADLICH (2002), vários são os frigoríficos com os quais os produtores comercializam os suínos terminados, locais (na bacia) ou de municípios vizinhos, destacando o Frigorífico Pamplona e o Di Peroni.

Os dejetos destes abatedouros, em alguns casos, não recebem tratamento, ou os sistemas de tratamento (lagoas) estão subdimensionados, e o destino desses rejeitos são os cursos d’água superficiais. A figura 33 mostra lagoas de tratamento de efluentes eutrofizadas.



FIGURA 33: Lagoas de tratamento de efluentes de um abatedouro, completamente eutrofizadas.

Mas a participação dos abatedouros nas estruturas que mantém a poluição do rio Coruja-Bonito não se devem somente a esses resíduos que atingem a rede de drenagem.

Como nos dizem PRIGOGINE e STENGERS (1991), o processo de industrialização é

caracterizado como processo auto-acelerado (reações em cadeia), criador de diferenciações internas (rupturas de simetria), como processo aberto para outros sistemas que alimentaram alguns dos seus circuitos e com isto se encontraram irreversivelmente modificados. (p. 139)

A presença do setor agroindustrial na própria bacia ou na região mantém o complexo produtivo, representando mercado próximo para os suinocultores, mantendo alguns deles como integrados, sistema no qual a produção de suínos está diretamente subordinada à indústria. Essa é uma estrutura que vai muito além dos limites do geossistema estudado, mas que tem grande participação na sustentação da atividade e, por consequência, na geração de dejetos e poluição dos rios.

Segundo BRASIL e HADLICH (2002) e BRASIL (2002), na bacia do rio Coruja-Bonito, são vendidos cerca de 75 mil suínos por ano (número questionável, conforme visto anteriormente na discussão sobre o tamanho do rebanho). Apesar de considerarem os custos de produção elevados, principalmente devido à necessidade de compra de grãos de outras regiões para elaboração da ração dos animais, os produtores reconhecem que a suinocultura

ainda é uma atividade economicamente viável, possibilitando a obtenção de lucros ou, pelo menos, uma equiparação entre a receita gerada e as despesas de produção⁹⁶.

Essa questão de a mesoregião Sul Catarinense não atender a demanda de grãos, principalmente milho, para elaboração da ração dos suínos produzidos, obriga os produtores a importarem grande quantidade de outras áreas do Estado ou do país. Segundo INSTITUTO CEPA (1988), esse fato faz com que os suinocultores aumentem seu rebanho, pois, com custo de produção maior, somente o aumento na escala de produção compensa a atividade.

BRASIL (2002) questiona esse “lucro” ou “prejuízo” na atividade. Segundo ela, é possível identificar situações diferentes para os produtores locais. Muitos deles podem estar obtendo lucro mas, em razão de um controle contábil deficiente, não o percebem por estar desconsiderando investimentos realizados na propriedade, não contabilizados, como melhoria nas instalações, nas moradias e novas construções destinadas aos filhos, que são freqüentemente omitidas no cálculo da receita gerada.

Em sentido contrário, o simples fato de não possuir conta negativa em banco de crédito, pode estar sendo considerado como lucro ou razão suficiente para qualificar a atividade como boa alternativa econômica, apesar de alguns gastos da atividade não estarem sendo contabilizados, principalmente a mão-de-obra familiar que, muitas vezes, sustenta a atividade.

De forma geral, a garantia de poder saldar os gastos realizados na produção e a possibilidade de gerar maiores receitas, principalmente pela expectativa de expansão da atividade anunciada pelos órgãos governamentais, conferem à suinocultura características de melhor alternativa para os produtores locais, desestimulando qualquer outra iniciativa por parte dos suinocultores (BRASIL, 2002).

As oscilações periódicas do preço do kg vivo do suíno, no entanto, atingem diretamente a atividade na bacia, pois de vez em quando se tem notícias de um produtor que fechou sua granja e parou com a atividade, ou de outro que retomou, ou de outros que ampliaram a produção.

Nesse sentido, é o *mercado* que atua como condicionante exógeno sobre o rebanho de suínos no sistema, e, a ele associado, as *políticas públicas* e o *interesse econômico de empresas privadas*, em última análise, responsáveis por uma política de preços que mantém a possibilidade de reprodução da atividade.

⁹⁶ No levantamento realizado no meio rural em fevereiro de 2001, 41% dos suinocultores afirmaram que a atividade gerava lucro, 46% que a atividade “empatava”, e 13% que dava prejuízo. O valor de venda por kg de peso vivo variava entre R\$0,98 e R\$1,75.

3.8 OUTRAS FONTES POLUENTES

Além da atividade suinícola, outras atividades, ligadas ou não à pecuária ou à agricultura, atuam na manutenção das “estruturas poluentes” na bacia do rio Coruja-Bonito. Iniciemos pelo rebanho de gado leiteiro.

3.8.1 Gado bovino

Segundo BRASIL e HADLICH (2002), no meio rural da bacia havia 2647 cabeças de gado bovino, sendo 566 de corte, 1745 de leite e 336 misto. Ao contrário da condição apresentada na suinocultura, grande parte dos produtores de leite são integrados à agroindústria de processamento de leite: 54 dos 70 produtores, representando 77%. A integração e/ou a comercialização são realizadas com empresas localizadas em municípios próximos, como Darolt, Laticínios Becker, Della Vita, Doces Áurea e Laticínios Exterckoetter.

Quanto ao gado leiteiro, estimava-se em 1997 que havia, no município, 230 produtores, com um rebanho estimado de 4.600 cabeças. Os sistemas de produção adotados são o semi-extensivo e intensivo (BRAÇO DO NORTE, 1997). Os dejetos, apesar de potencialmente menos poluentes que os dejetos da produção de suínos, representam igualmente um problema ambiental se não tratados, armazenados e destinados adequadamente.

Os dejetos de bovinos, criados predominantemente em sistema semi-extensivo (o gado fica recolhido em instalações durante uma parte do dia, durante a ordenha ou durante a noite), são recolhidos das instalações e ficam amontoados, sendo, em grande parte dos casos, posteriormente utilizados na lavoura como adubo orgânico. De qualquer forma, a amontoa ocorre a céu aberto, e, segundo relatos da comunidade local na reunião realizada em 20 de outubro de 2001 na comunidade do Pinheiral, o esterco amontoadado em propriedades com bovinos é, também, fator de poluição dos rios, pois o material escorre, junto com a água da chuva, até os cursos d'água superficiais.

3.8.2 Agrotóxicos

Diferente do tipo de poluição gerada pelas demais fontes poluentes citadas nessa tese, uso de agrotóxicos é fonte poluente química, e não predominantemente orgânica.

A poluição hídrica por agrotóxicos não foi objeto de verificação dessa tese, mas deve ser citada devido à sua importância: esses tóxicos são utilizados em 60% das propriedades no

meio rural (o que soma 112 das 187 propriedades visitadas no levantamento), sendo aplicados nas pastagens ou nas lavouras. Em 72% das propriedades que usam agrotóxicos, são aplicados mais de um produto, e vários deles pertencem às classes toxicológicas I ou II, ou seja, são produtos com elevada toxicidade (BRASIL e HADLICH, 2002).

A poluição hídrica pode ocorrer não somente devido ao escoamento dos produtos com água da chuva até a rede de drenagem, mas, sobretudo, no momento da preparação da calda. Praticamente em metade das propriedades que usam agrotóxicos, o abastecimento é feito em um tanque perto da residência, onde também são lavados os equipamentos. A água desses tanques normalmente corre diretamente para o rio mais próximo. Rios ou fontes também são utilizadas, diretamente, provocando contato do tóxico com as águas.

3.8.3 Águas usadas e dejetos residenciais

Cerca de 2/3 dos entrevistados afirmaram que as águas usadas nas residências (águas de pias, tanques, chuveiros) correm a céu aberto ou por canalização em direção a rios ou açudes, alcançando, pois, os corpos d'água superficiais (BRASIL e HADLICH, 2002).

Quanto ao destino dos dejetos humanos no meio rural, a maior parte dos entrevistados declarou possuir banheiro com fossa ou com fossa e sumidouro, mas ainda há casos de privadas sem nenhum sistema de tratamento ou banheiros sem fossa, o que consiste em fonte de poluição hídrica por material orgânico no meio rural.

Esse problema é bem maior no meio urbano. O município de Braço do Norte não possui rede de coleta de esgoto sanitário, e, a exemplo de muitos outros municípios na Bacia Hidrográfica do rio Tubarão, casas são construídas com ligação irregular do esgotamento sanitário na rede de coleta pluvial, acabando por atingir o rio. Em alguns casos, a ocupação desordenada ocorreu em áreas declivosas, onde nem há sistema de coleta de água pluvial, e, em alguns locais, o esgotamento sanitário é feito por canalizações diretamente em direção ao rio ou corre a céu aberto.

Segundo SANTA CATARINA, UNISUL (1998, vol. 3), há, aproximadamente, 3.500 ligações domésticas na rede pluvial. Técnicos da Prefeitura afirmam que há exigência, para fins de 'habite-se', da construção de fossas e sumidouros. Entretanto, é perceptível, nas áreas de escoamento de esgotos, coloração e odor característico que atestam a existência de ligações clandestinas.



FIGURA 34: Saída de um cano que despeja no rio águas usadas de uma residência próxima, na área urbana do município.

O professor Ismael Bortoluzzi, pesquisador da Unisul, chama a atenção para o fato de que a identificação desse tipo de poluição está muito relacionado ao horário de coleta de água para análise. Segundo comunicação pessoal, os maiores índices de coliformes totais, em áreas urbanizadas, normalmente são obtidos quando a amostra é coletada pela manhã ou no final da tarde, quando as pessoas se levantam ou chegam em casa. Essa periodicidade não foi avaliada nessa tese, no entanto fica registrada como possibilidade de variação de parâmetros normalmente analisados em trabalhos ambientais que tratam de poluição hídrica por material orgânico.

Enfim, as diferentes fontes poluentes confirmam que não somente as grandes concentrações urbanas ou atividades agropecuárias em sistema intensivo são “responsáveis” pela poluição hídrica local, mas que pequenos sítios urbanos, como o centro da comunidade de Pinheiral, ou residências e outras atividades agropecuárias dispersas espacialmente também representam focos poluidores, podendo vir a comprometer os corpos d’água quando esses possuem pequeno porte.

CAPÍTULO 4 – ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA: ANÁLISE DOS ASPECTOS GERAIS QUE SUSTENTAM A POLUIÇÃO

A figura 35, construída a partir do que foi exposto até o momento, tenta mostrar, de forma gráfica simplificada, alguns componentes, relações, fluxos, reguladores, condicionantes endógenos e exógenos ao geossistema, que dão sustentação à poluição do rio Coruja-Bonito.

Percebe-se que a organização do sistema, sob a ótica das estruturas que sustentam a poluição, baseia-se em diferentes pontos, e se expressa em diferentes escalas.

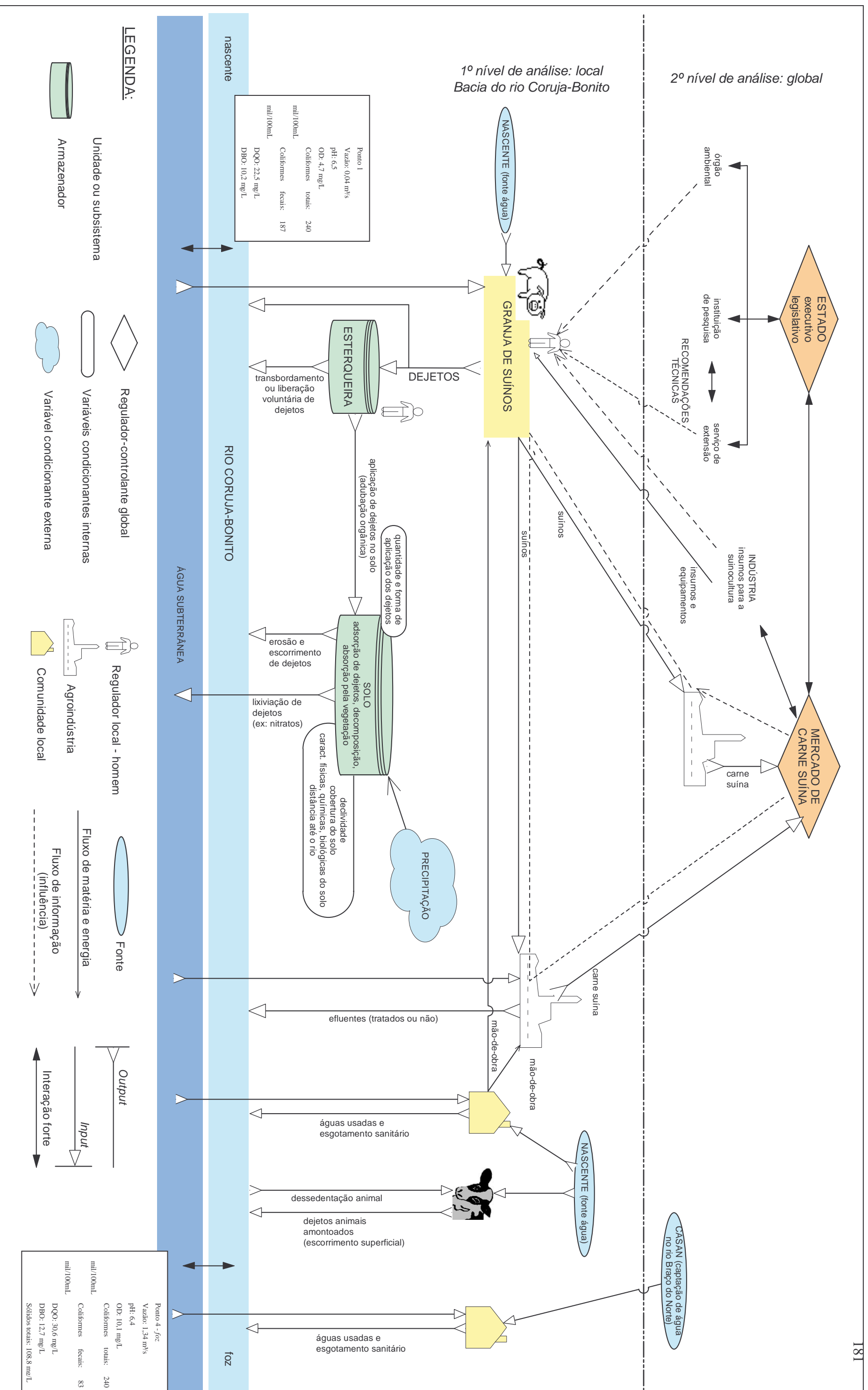


FIGURA 35: Representação simplificada do sistema bacia hidrográfica do rio Coruja-Bonito e poluição do rio - níveis de análise local e global.

4.1 PRIMEIRO NÍVEL DE ANÁLISE: O LOCAL

4.1.1 Suinocultura – granja

A principal estrutura operacional e física que sustenta a poluição (sobretudo orgânica) do rio Coruja-Bonito, localizada no meio rural, é a atividade suinícola, cuja organização se dá através da produção em sistema de confinamento, com diversos produtores em toda a bacia, caracterizada pela grande produção de dejetos em pequenas áreas.

O principal componente que expressa a estrutura física é o subsistema *granja-esterqueira*.

Operacionalmente, há diversas entradas na granja, advindas sobretudo do ambiente exógeno ao geossistema em estudo, e a *saída* da granja é o produto *suíno*, também exportado, em sua maior parte, da bacia, como kg de peso vivo (kg p.v.). Além disso, *saem* da granja os dejetos que, estes sim, ficam na bacia.

Ainda no que se refere à *saída* da granja, em alguns casos a comercialização dos suínos é feita dentro da própria bacia, dada a existência de abatedouros locais que, após o abate, exportam (comercializam) a carne suína ou derivados para fora da bacia.

4.1.2 Água e mão-de-obra

Dois importantes componentes, necessários à produção de suínos, são encontrados na própria bacia:

1 – disponibilidade de mão-de-obra: a mão-de-obra utilizada na suinocultura é familiar ou, no caso de granjas maiores, é contratada, oferecendo empregos para a população rural próxima. Essa ocupação de mão-de-obra tem sido apontada como fator importante na fixação do homem no meio rural. O mesmo vale para abatedouros-frigoríficos instalados na bacia. Cabe lembrar que o setor agropecuário emprega, na bacia, cerca de 230 pessoas, entre suinocultura, abatedouros-frigoríficos e também bovinocultura de leite, freqüentemente associada à produção de suínos (BRASIL e HADLICH, 2002);

2 – disponibilidade de água de qualidade: até o momento, água de boa qualidade tem sido encontrada na bacia, em nascentes ou poços mais ou menos profundos.

Lembro, no momento, de ROPPA (2003b), que assinalava a disponibilidade de água de qualidade como característica importante para a expansão da atividade nos países da América Latina.

4.1.3 Produção de dejetos

A produção de dejetos depende, basicamente, do número e fase de desenvolvimento dos suínos em criação e do manejo da água na granja, sendo que o valor médio é de 8,6L/dia de dejetos por suíno. Estima-se que em três granjas os dejetos ainda correm diretamente para os rios. Em 92% das granjas os dejetos são armazenados em esterqueiras, e em uma granja é utilizada a parte sólida, após peneiramento, na alimentação de bovinos, e a parte líquida é armazenada em esterqueira. O dejetos, pois, constitui *saída* da granja e *entrada* na componente esterqueira.

4.1.4 Esterqueira

A esterqueira corresponde a um *armazenador* no geossistema. A esterqueira, no entanto, frequentemente não possui a capacidade necessária para armazenar pelo tempo suficiente todo o dejetos produzido. Assim, pode ocorrer:

- 1 – extravasamento-transbordamento da parte líquida dos dejetos, que escoam, a céu aberto, diretamente para a rede de drenagem da bacia;
- 2 – liberação voluntária dos dejetos para que atinjam o rio através de canalização específica ou a céu aberto;
- 3 – os dejetos podem ser bombeados, mesmo em épocas inadequadas, até as lavouras ou pastagens, sendo dessa forma utilizados como adubo orgânico.

Essas três destinações não se excluem, ou seja, é possível, em diferentes momentos, encontrar as três situações em uma mesma propriedade.

A destinação desses dejetos, observando somente o nível local, está condicionada à decisão do suinocultor: permitindo o extravasamento, não ampliando a esterqueira quando necessário ou subdimensionando-a propositalmente para economizar na sua construção; liberando voluntariamente os dejetos no rio; ou decidindo aplicar os dejetos no solo;

- à disponibilidade de área para aplicação dos dejetos;
- à existência de um sistema eficiente de bombeamento que, em última análise, também depende de investimento decidido pelo suinocultor.

Em caso de a esterqueira não estar devidamente impermeabilizada, pode ocorrer infiltração até os dejetos atingirem o lençol freático, outro componente do sistema, de onde é captada, muitas vezes, a água para a granja.

4.1.5 Dejetos no solo

Uma vez aplicados no solo, os diferentes constituintes dos dejetos de suínos podem ter diferentes destinos: adsorção às partículas do solo; absorção pela vegetação que cobre o solo, podendo, a partir daí, os constituintes ou nutrientes serem exportados do sistema através da produção agrícola ou, no caso da pastagem, serem parcialmente reciclados no próprio sistema; degradação física ou biológica; translocação até os corpos d'água por erosão ou escoamento superficial, atingindo águas superficiais, ou por percolação dos elementos mais solúveis, como os nitratos, podendo esses atingir os lençóis freático ou subterrâneo.

O comportamento dependerá de condicionantes diversos, como: quantidade de dejetos aplicada; cobertura do solo; declividade; características físicas, químicas e biológicas dos dejetos e do solo; distância do rio; profundidade do lençol freático; período de tempo entre a aplicação e precipitações; intensidade e quantidade de chuva. Várias características fisiográficas e hidrológicas da bacia, portanto, atuam como fatores endógenos, como condicionantes no processo de poluição, assim como a precipitação, que, como fator exógeno (*entrada* no sistema), é fundamental para que a poluição ocorra, estabelecendo a comunicação entre o potencial poluente e as águas da bacia.

O solo, no sistema, pode atuar como *armazenador* temporário dos constituintes, sendo o tempo variável segundo as condições que levarão a diferentes destinações dos dejetos.

Os mesmos processos podem acontecer com os dejetos de bovinos, também utilizados, na bacia, como adubo orgânico.

4.1.6 Outros poluentes no meio rural

Além da suinocultura, há outras atividades e ações que levam à poluição do rio Coruja-Bonito:

1 – o esgotamento de águas residuais das residências e a insuficiente estrutura sanitária para dejetos humanos, que geram fluxos contínuos ou intermitentes de resíduos em direção aos corpos d'água superficiais;

2 – a bovinocultura em sistema semi-extensivo, através da amontoa de dejetos que, sob ação da chuva, podem ser carreados até o rio;

3 – os abatedouros-frigoríficos instalados na bacia, cujo tratamento de resíduos inexistente ou é insuficiente; neste caso, a exemplo das granjas, é usada água limpa no processo produtivo, retirada do “ambiente”, ao qual são devolvidos resíduos poluentes das águas superficiais.

4.1.7 O rio

Uma vez que diferentes compostos atingem o rio, esses passam a poluí-lo, alterando suas características químicas, físicas e biológicas. No rio, os constituintes, segundo suas próprias características, podem ser degradados por auto-depuração, por processos biológicos ou transformações químicas; podem ficar adsorvidos aos sedimentos em suspensão ou depositados no fundo do canal fluvial; podem ficar suspensos ou solubilizados na água, sendo pois carreados para fora do sistema; podem ser imobilizados, pelo menos temporariamente, pela biota aquática. Grande parte dos dejetos que atingem o rio na área rural, segue o fluxo do rio, passando, próximo à foz, pela área urbana.

4.1.8 Lençol freático

Apesar de desconhecidas as características hidrológicas das águas subterrâneas da bacia, é possível afirmar que lençóis freáticos mantêm contato com o rio, o que possibilita a poluição dos primeiros em função da sua elevada carga de poluição.

Aqui é importante ressaltar que em muitas granjas, principalmente nas maiores, é a água dos lençóis freáticos que é utilizada no sistema de produção. Considerando que são essas águas que alimentam, em parte, os rios locais, representando sua sustentação natural, pode-se considerar que a retirada da água limpa dos lençóis é uma “sonegação” aos rios da bacia.

Em termos de qualidade, essa água que é uma *entrada* na granja, após utilizada, é que, em parte, representa uma *saída* na esterqueira: água poluída. Em outras palavras, na parte do ciclo hidrológico que atravessa a suinocultura, entra no sistema de produção água limpa dos lençóis, e saem (em menor quantidade) dejetos líquidos, poluindo as águas superficiais e, possivelmente, os próprios lençóis.

4.1.9 Área urbana

Ao atravessar a área urbana, ocorre “contribuição” poluente, principalmente ligadas ao esgotamento sanitário e águas residuais, conforme visto no item *Subsistema Rio Coruja-Bonito – Rural X urbano*.

Os poluentes oriundos da área urbana, a exemplo do que foi citado no item 7, podem sofrer diferentes destinos.

De qualquer forma, grande carga poluente da bacia é exportada do geossistema através do rio, atingindo e poluindo o rio Braço do Norte.

4.1.10 O homem

Retornando à questão norteadora desse trabalho, afirmo, no início desse item “Estrutura e Organização do Sistema”, que o que sustenta a poluição do rio Coruja-Bonito é, basicamente, a atividade suinícola na bacia. Nos itens que foram se seguindo, é possível observar que o homem é o principal regulador do processo de poluição, tendo instalado a suinocultura na bacia e mantendo as estruturas físicas e operacionais da atividade. Em outras palavras, o que sustenta a poluição é o homem realizando sua atividade produtiva: a suinocultura.⁹⁷

O homem regula os processos: decide quantos animais irá criar, se dará ou não continuidade à atividade, se ampliará as instalações de criação ou de armazenamento e tratamento de dejetos, e como irá se “desfazer” desses dejetos (quando, onde, e que quantidade aplicará no solo, ou outra destinação). É, efetivamente, o suinocultor que, localmente, toma suas decisões. Afinal, como bem afirma BLUMER (1953⁹⁸ apud BUCKLEY, 1971, p.42):

O ser humano não é arrastado de um lado para outro, como unidade neutra e indiferente, pela operação de um sistema. Como um organismo capaz de auto-interação, forja as suas ações por um processo de definição que envolve *escolha, avaliação e decisão*... As normas culturais, as posições de *status* e as relações de papel são apenas quadros de referência, dentro dos quais se verifica aquele processo de transação formativa.

No entanto, *escolha, avaliação e decisão* não podem ser tratados somente em nível local, o que nos remete, obrigatoriamente, para o 2º nível de análise.

⁹⁷ Durante todo o texto dessa tese busquei não utilizar os termos “(sub)sistema humano” e “(sub)sistema natural”, freqüentemente encontrados em artigos que abordam sistemas ambientais, por acreditar que esta divisão realça a separação homem-natureza, como se sua mútua exclusão fosse possível em se tratando de ambiente. No entanto, o “homem” merece um tópico especial por ser *regulador* em inúmeros processos que sustentam a degradação do rio Coruja-Bonito.

⁹⁸ BLUMER, H. Psychological import of the human group. In: SHERIF, M., WILSON, M. O. (Org.). *Group relations at the crossroads*. Nova Iorque: Harper & Row, 1953.

4.2 SEGUNDO NÍVEL DE ANÁLISE: O GLOBAL

Observando a figura 35, particularmente a parte identificada como 2º nível de análise, percebe-se um *arrière-monde* que influencia-sufoca-determina (determina?) o nível local. É um mundo, muito simplificado representado, mas que mostra:

- que a produção de suínos e de carne suína não está isolada e não pode ser pensada isoladamente dentro de um sistema espacial; o sistema bacia do rio Coruja-Bonito é aberto porque troca, com o universo, energia e matéria, e dinheiro e informação [aliás, o que é o dinheiro? Matéria depositada em um banco de crédito, cédulas nas nossas carteiras? Energia que move o sistema econômico, o mercado?];

- que os processos e relações demonstrados estão (quase todos⁹⁹) “abaixo” (propositalmente colocados na figura 35, para mostrar visualmente a submissão e dependência) do *mercado* (por trás do qual encontram-se grandes corporações) e do *Estado*, intimamente relacionados;

- que no Estado vinculam-se os poderes legislativo (onde o político e o jurídico estabelecem normas de uso que, em associação à formação sócio-espacial, favorece a utilização dos níveis locais pelas grandes empresas, conforme citado por SANTOS, 1997a) e executivo (que facilita, através de programas, incentivos diversos, etc. essa utilização);

- que os órgãos de pesquisa, de extensão e ambientais oficiais-estatais, que determinam quais pesquisas serão realizadas, quais técnicas serão “repassadas” para os suinocultores, e como será o “controle e fiscalização ambiental”, respectivamente, estão atrelados-subordinados ao Mercado-Estado;

- que técnicas, tecnologias (oriundas, também, de pesquisas geradas em organizações não diretamente ligadas ao Estado) e informações alimentam continuamente o sistema local; a informação constitui, portanto, base da inter-relação entre diversos componentes do sistema;

- que a produção de suínos não envolve somente suínos e ração, mas sim toda uma indústria e tecnologias que alimentam (e se alimentam) essa produção; no caso da integração, a agroindústria reúne diversas funções (assistência técnica, fornecimento de insumos e equipamentos, etc.);

- que , na medida em que o produto da granja é o suíno, a única destinação possível é o frigorífico, a agroindústria, que representa a fonte de renda do suinocultor, criando uma

⁹⁹ Saliento que no nível local estão expressos processos de poluição, que, se por um lado dependem da atividade suinícola mantida pelo homem que sofre influência variável do nível global, por outro dependem de dinâmicas não subordinadas ao Estado-mercado-capital, como precipitação, características fisiográficas da bacia, tipos de solos ocorrentes, perfil longitudinal do rio, quantidade de água limpa disponível, entre outros.

dependência direta do mercado (haja vista as oscilações de rebanho suíno em anos de crise no setor mercado);

- que este mercado é também regulado pelas possibilidades de exportação da carne e derivados, por sua vez relacionadas a questões de preços, bem como sanitárias e de políticas protecionistas dos países importadores;

- que a estrutura da suinocultura na bacia não é dada somente pela produção de suínos enquanto tecnologia produtiva, mas pela operação de diferentes técnicas, como técnicas agrícolas¹⁰⁰, de transporte, de marketing, de comunicação, entre outras, que estão mais ou menos associadas à atividade suinícola, viabilizando-a;

- enfim, que as relações do “2º nível”, sua estrutura e organização, caracterizam um sistema complexo global.

E é sobre algumas (poucas) características desse complexo de 2º nível e das relações que estabelece com o 1º nível-local, que tratarei doravante, tendo em mente que, conforme sugere SANTOS (1997a, p. 19), a “coerência externa da construção teórica se dá por intermédio das estruturas exteriores consideradas abrangentes e que definem a sociedade e o planeta.”

4.2.1 O global

O ato de criar suínos, ou liberar dejetos no rio, não pode ser julgado, isoladamente, como uma ação¹⁰¹ boa ou má; não pode ser desvinculado de um contexto, dos valores de quem age, ou da cultura que predomina.

A ética e o conhecimento estão inevitavelmente vinculados na ação e por ela. A ação emprega, ou questiona, *ao mesmo tempo* o conhecimento e os valores. Toda ação significa uma ética, serve ou desserve certos valores; ou constitui uma escolha de valores, ou pretende isso. (MONOD, p. 191)

E os valores não são planejados. Eles emergem da complexidade das relações entre homem-natureza e homem-homem, não são universais, e modificam-se ao longo da história.

O homem, por natureza, por ser complexo que é e pelas relações complexas que estabelece, produz valores, produz cultura, e “*toda e qualquer cultura é um sem sentido que faz sentido para as pessoas que nela vivem.*” (GONÇALVES, 1989, p. 96). Afinal, numa

¹⁰⁰ Relações diretas da agricultura com a suinocultura se dão pela produção, mesmo que em pequena parte, dos grãos consumidos pelos suínos, e pelo recebimento de dejetos nas áreas de cultivo.

¹⁰¹ SANTOS (1997a), sob o item “Sistemas de ações”, aborda interessantes aspectos que definem uma “ação”, citando diversos autores. A ação pode ser vista como um processo dotado de propósito, subordinado a normas, e que exige um gasto de energia.

análise superficial, não consideraríamos um *sem sentido* jogar deliberadamente dejetos no rio? Certamente há um sentido para quem o faz...

Há sempre várias culturas, várias “lógicas” locais. Mas, por trás dessas lógicas-culturas, há um paradigma dominante: o paradigma do homem-sujeito que fragmenta e domina a natureza-objeto (esquecendo-se o homem que ser *sujeito* é ser ativo, mas é, também, *estar sujeito*).

Por isso, SANTOS (1997a, p. 65) alerta:

Impõe-se distinguir entre atores que decidem e os outros. Um decisor é aquele que pode escolher o que vai ser difundido e, muito mais, aquele capaz de escolher a ação que, nesse sentido, se vai realizar. ... A escolha do homem comum, em muitas das ações que empreende, é limitada. Frequentemente, o ator é apenas o veículo da ação, e não o seu verdadeiro motor. Mas é sempre por sua corporeidade que o homem participa do processo de ação.

E entre os grandes decisores estão os governos, as empresas multinacionais, as organizações internacionais, as grandes agências de notícias, os chefes religiosos, os técnicos e os políticos.

Decisores, suinocultura e a bacia do rio Coruja-Bonito

Abro espaço, aqui, para observar, através de dois exemplos, a importância que um determinado ator local (visto não somente como “ator veículo da ação”, mas também como decisor em seu nível de ação) pode assumir na história de um sistema, no caso, do geossistema bacia do rio Coruja-Bonito.

Em diferentes oportunidades, duas pessoas que acompanharam o desenvolvimento da suinocultura em Braço do Norte contaram, em conversa informal, quando as questionei sobre o grande aumento do número de suínos em meados da década de 90, que um ator foi determinante no aumento do rebanho local: o técnico (profissional liberal, autônomo) que assinava os projetos a serem encaminhados para obtenção de licenciamento ambiental e financiamento do Programa BNDES (já citado) e de outros financiamentos em outros bancos (BRDE, BESC). Segundo eles, nem sempre foi observado, em sua plenitude, o critério técnico, ou realizadas as vitórias necessárias. De qualquer forma, verdade ou não, exagero ou não, nota-se que um único ator pode, em função de seus interesses pessoais, através de suas ações e do cargo que ocupa na rede social, ser determinante para o sucesso da ligação global-local.

Outro exemplo local diz respeito à escolha da bacia do rio Coruja-Bonito para tomar parte do PNMA II – Suinocultura (programa que será explicitado logo adiante), em 2002. Conforme pode ser lido na página virtual do Programa (<http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/>), um dos motivos que levou à seleção da bacia foi a existência de estudos prévios. O principal estudo prévio foi o “Inventário das Terras da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito”, da EPAGRI-CIRAM (2000), iniciado em 1999 e realizado na bacia a pedido do Sr. Edésio Oenning, então Diretor de Promoção do Desenvolvimento Rural e Pesqueiro da Secretaria da Agricultura do Estado, suinocultor em Braço do Norte (conforme explanado em reunião realizada em Braço do Norte, no dia 02/06/2000, que reuniu diferentes instituições visando discutir aspectos sobre poluição gerada pela suinocultura e trabalhos de pesquisa envolvendo o curso de pós-graduação em Geografia da UFSC). Aqui se percebe a importância do ator político na destinação dos locais contemplados por estudos específicos desenvolvidos pelo Estado.

Essas situações evidenciam formas de mobilização de recursos e consolidação de relações de poder que estabelecem as pontes entre o local e o global, propiciando o desenvolvimento da suinocultura na bacia através da ação de diferentes atores em diferentes níveis da rede social.

E, mesmo entre *os atores que decidem e os outros*, valores e cultura não são homogêneos, as lógicas não são homogêneas. O 2º nível de análise não constitui um “sistema” homogêneo; pode ser hegemônico (no que se refere ao interesse econômico movido globalmente por grandes corporações), mas não é homogêneo, igual; é baseado em relações sociais, e o “social” é sempre caracterizado por múltiplos e contraditórios valores, com diversas possibilidades de interpretação, de ação e interações concretas.

Além disso, há sempre a *reação local* (SANTOS 1997a):

O processo de globalização, em sua fase atual, revela uma vontade de fundar o domínio do mundo na associação entre grandes organizações e uma tecnologia cegamente utilizada. Mas a realidade dos territórios e as contingências do ‘meio associado’ asseguram a impossibilidade da desejada homogeneização. (p. 37)

Da heterogeneidade surgem conflitos, desafios, contradições. Diante desses conflitos, o “hegemônico” necessita gerar, continuamente, processos de adaptação que garantam sua reprodução, a reprodução do capital. Há necessidade, para manutenção da atividade suinícola, por exemplo, que envolva somas vultuosas no mercado estadual, nacional e internacional, que haja uma estrutura organizada em nível mais amplo, de interesse global, que permeie todos os níveis espaciais – do global ao local, passando pelo Estado, e que sustente toda a cadeia produtiva.

A continuidade/reprodução de uma sociedade em bases capitalistas pressupõe não só a garantia dos meios materiais necessários a cada ciclo de produção, mas também a reprodução das classes sociais, fazendo com que haja sempre pessoas sem condições de produzirem/manterem as suas próprias vidas e que, assim, precisam se submeter aos donos do capital. (GONÇALVES, 1989, p. 48)

Ou diria, nesse caso, fazendo com que haja sempre produtores dependentes de agroindústrias que fazem o mercado, do qual dependem.

A auto-regulação e organização da cadeia produtiva da carne suína baseia-se em diferentes processos. Entre os que dizem respeito diretamente à produção de suínos, ressalto:

- maior especialização, que, como já vimos, aumenta a precisão, a eficácia, a rapidez e a funcionalidade do sistema, mas determina uma diminuição de autonomia por parte do suinocultor.

- aumento da proporção de integrados em relação aos produtores “independentes”, pois, mesmo que os produtores independentes tenham que estar *sempre* procurando *um patrão*, a “liberdade” de busca de mercado para a venda dos suínos implica, por um lado, em falta de garantia para a agroindústria em adquirir a quantidade de suínos que atenda sua capacidade de processamento, e, por outro lado, maiores dificuldades para o produtor manter sua produção em períodos de crise;

- concentração da produção através da redução do número de produtores, ampliando o rebanho daqueles considerados mais eficientes, a fim de que a indústria possa exercer um controle maior sobre a produção, e de alguns suinocultores aumentarem sua produção sem aumentar muito a oferta (através da saída de pequenos produtores do mercado), elevarem seus ganhos financeiros e se reproduzirem, de reproduzirem seu capital. Essa concentração diminui drasticamente as oportunidades econômicas de um número crescente de pequenos produtores e suas famílias, e agrava a poluição hídrica devido à maior concentração de dejetos (FLORIT, 1998, 1999).

Segundo GUIVANT (1998),

Este processo de concentração e especialização segue a tendência internacional que tem se configurado desde os anos 80, e que apresenta as vantagens da produção em escala, levando à diminuição do número de propriedades rurais, enquanto estas aumentam no seu número de hectares. O problema que isto ocasiona é que a quantidade de esterco produzido geralmente não tem onde ser utilizado, porque a área arável tem diminuído e o preço e o trabalho envolvido com fertilizantes químicos fazem com que estes sejam preferidos. (p. 104-105)

Essa auto-regulação, através dos processos indicados, que visa à permanência de um “estado estacionário maior” no qual o capital se reproduz, é que atua como flutuação sobre o sistema local. Esses processos gerais têm conseqüências na bacia do rio Coruja-Bonito, são flutuações que podem levar à instabilidade local, ao caos e ao surgimento de um novo estado estacionário. Granjas que fecham e outras que se ampliam, por exemplo, são freqüentes na bacia, reestruturando o espaço e a estrutura física particular do sistema. Como bem afirma BUCKLEY (1971, p.57), as estruturas em um sistema surgem “porque há forças que as produzem, forças que se manifestam na natureza dos elementos do sistema e de suas relações mútuas. Pela mesmíssima razão as estruturas podem desaparecer.”

Os processos de auto-regulação contam com o auxílio do Estado. Atualmente o mercado, controlado pelas empresas que dispõem de tecnologia de ponta, influencia-determina as políticas dos governos, e com a globalização da tecnologia e da economia, os Estados aparecem intimamente ligados às corporações multinacionais (conforme tratarei mais

adiante, no próximo item: “Estado-mercado-prioridades”). As políticas, indispensáveis e responsáveis pela inibição ou encorajamento da integração global, respondem à economia internacional.

As decisões nacionais interferem sobre níveis inferiores da sociedade territorial, ... Mas somente em cada lugar ganham real significação. O trabalho local depende das infra-estruturas localmente existentes e do processo nacional de divisão do trabalho nacional. Os segmentos locais da configuração territorial do país condicionam o processo direto da produção, sua demanda em mão-de-obra, tempo, capital. O trabalho nacional, isto é, as grandes escolhas produtivas e socioculturais, implica uma repartição subordinada de recursos, oportunidades e competências e a submissão a normas geradoras de relações internas e externas. (SANTOS, 1997b, p. 217)

Nesse sentido, há um controle “local” da parcela “técnica” da produção e um controle remoto da parcela “política” da produção. Aliás, conforme o autor cita na página 168, os aspectos políticos da produção são ...

... tão relevantes quanto os técnicos: política financeira, fiscal e monetária, política do comércio de mercadorias e de serviços, política do emprego, política da informação, [políticas ambientais], todas essas políticas sendo hoje induzidas no nível mundial.

Esses processos, que se dão em nível (inter)nacional, têm uma meta: aumento do lucro e diminuição do poder do indivíduo-suinocultor, ao mesmo tempo que garante sua reprodução – é a exploração do homem pelo homem, corroborada pela exploração da natureza pelo homem.

Há uma frase de GONÇALVES (1989, p. 128) que expressa bem essa dinâmica: “... quando o objetivo é acumular dinheiro, não há mais limite para a exploração do trabalhador e da natureza. Afinal, qual é o limite do dinheiro?”

Todo esse processo está intimamente atrelado à *técnica*.

Os proprietários das terras e de outros meios de produção é que, em função da própria concorrência, vêm-se compelidos a aumentar a produtividade de suas empresas sob pena de deixarem de ser capitalistas. E, para isso, lançam mão das técnicas mais eficazes, sejam elas ecológicas ou não. (GONÇALVES, 1989, p. 115)

As “técnicas”¹⁰², conduzidas pelos grandes atores da economia e da política, rapidamente substituíveis umas por outras através das “inovações tecnológicas”, fornecem a

¹⁰² “Técnica”, segundo o Dicionário MICHAELIS (1998), é “conhecimento prático, prática; conjunto dos métodos e pormenores práticos essenciais à execução perfeita de uma arte ou profissão”, e “tecnologia” é o

principal forma de relação entre homem-sujeito e natureza-objeto, e constituem o suporte das principais ações globalizadas, unindo pontos distantes sob uma mesma lógica produtiva. A importância da técnica neste processo é abordada com maior profundidade no item “Técnicas e Espaço”, no final deste capítulo. No momento, volto-me para a bacia do rio Coruja-Bonito, e reproduzo um trecho da dissertação da colega Débora (BRASIL, 2002), que também trabalhou sobre a suinocultura na bacia do rio Coruja-Bonito:

A implantação de formas eficazes de manejo e utilização representa, sem dúvida, aspecto imprescindível para a redução ou controle da poluição decorrente da atividade de suinocultura. Grande parte dos estudos sobre o problema de poluição gerado pela atividade, aponta para a necessidade de investimento por parte de cada produtor em sistemas de armazenamento que propiciem a utilização posterior do dejetos, como forma de minimizar os problemas de poluição. A solução para os efeitos negativos da suinocultura viria, portanto, de soluções individuais. Seguindo corretamente **normas técnicas de controle da poluição**, cada produtor estaria fazendo sua parte para a solução do problema como um todo. É neste sentido que a ênfase ao controle da poluição hídrica promovida pelo Estado, tem sido no sentido de incentivar a construção de sistemas de armazenamento de dejetos. (p. 136-137, grifo meu)

Entretanto, esses sistemas, particularmente as (bio)esterqueiras, não garantem o controle da poluição. Não o garantem não apenas porque a redução do poder poluente não atende às exigências dos órgãos ambientais, conforme disserta GOSMANN (1997). Não garantem porque a concepção que gera essas técnicas-solução é a concepção cega diante da complexidade, é uma visão mecanicista, que reduz o problema a “não dá certo, como deveria, porque o suinocultor não segue corretamente a recomendação técnica” – ou melhor, é a concepção na qual o *indivíduo* não é reconhecido como ser ativo complexo e como parte integrante de uma complexidade.

É a concepção que insiste na fragmentação e dominação e *apropriação da natureza* (não esquecendo que o homem faz parte dessa natureza: é a dominação do homem pelo homem, também).

A natureza é, em nossa sociedade, um objeto a ser dominado por um sujeito, *o homem*, muito embora saibamos que nem todos os homens são proprietários da natureza. Assim, são alguns poucos homens que dela verdadeiramente se apropriam. A grande maioria dos outros homens não passa, ela também, de objeto que pode até ser descartado (GONÇALVES, 1989, p. 27).

“conjunto dos processos especiais relativos a uma determinada arte ou indústria; ... aplicação dos conhecimentos científicos à produção em geral...” Para SANTOS (1997a, p. 25), “as técnicas são um conjunto de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço.”

E é esta apropriação desigual, por alguns, de certo componente do meio caracterizado como de uso comum que, muitas vezes, gera sérios conflitos. Esta apropriação representa uma forma inadequada de como os homens se relacionam entre si e com o seu meio (MARTINI, 2000).

Em nosso caso, o componente é a “água” na bacia do rio Coruja-Bonito. Os suinocultores apropriam-se da água:

- de modo consuntivo: captam água limpa, freqüentemente de lençóis freáticos, para dessedentar os suínos e limpar as granjas;

- de modo não consuntivo: utilizam o rio como receptor de dejetos de suínos, conflitando, inibindo ou impossibilitando outros usos a jusante.

Cabe salientar que uma das questões abordadas nas conversas com os suinocultores, como hipótese de “fator determinante” para a implantação da suinocultura na bacia, era o acesso à água de qualidade para a produção. Segundo os produtores, esse nunca foi um “fator importante”, ou seja, um diferencial em relação a outros locais, pois consideram que “água tem bastante, em todo lugar”. Efetivamente, percebe-se que, em relação à obtenção de água, não existe maior preocupação, talvez porque grande parte da captação para granjas seja através de poços, isto é, a água captada, ou o nível que a água atinge no subsolo, não é diretamente visível. E, quando um poço não atende mais à necessidade, perfuram-se poços mais profundos. Em relação à água superficial, entretanto, o pensamento parece estar mudando. Em fevereiro de 2004, em conversas com alguns produtores rurais, estes observaram que no último ano o volume de água do rio Coruja-Bonito está muito abaixo dos anos anteriores; quanto à qualidade, não observaram melhoria.

Enfim, traçando paralelo com GONÇALVES (em preparação), os suinocultores, através da exportação de suínos para fora da bacia, exportam água limpa, e mantêm a sujeira na bacia.

A desordem ecológica global está, na verdade, associada ao processo que *des-locou* completamente a relação entre lugar de extração, de transformação e produção da matéria e o lugar de consumo com a revolução (nas relações sociais e de poder por meio da tecnologia) industrial. (...) Os rejeitos ou foram deixados nos locais onde as pessoas valem menos – nunca é demais lembrar o racismo subjacente ao sistema-mundo moderno-colonial – e os produtos foram e são levados limpos para os lugares e pessoas que podiam e podem gozar os proveitos, diz-se a *qualidade de vida*, desde que não se incluam os custos dos seus rejeitos nem se lembre aos bem-nascidos dessa *mosca pousando em sua sopa*, parodiando Raul Seixas, que é a injustiça ambiental em que se ancora seu modo de vida.

Afinal, quem está disposto a pagar por “dejetos”?

Enfim, voltemos ao nosso suinocultor da bacia do rio Coruja-Bonito. É ele quem toma a decisão final, e a “tomada de decisão” é um modelo obediente, no sistema sócio-cultural-técnico-científico, do processo seletivo geral que ocorre, utilizado para a auto-regulação do sistema econômico, no qual a variedade é sufocada através da inibição de outras oportunidades por aqueles que se apropriaram dos recursos de forma mais “eficiente”-eficiente para sua auto-reprodução.

Decidir jogar dejetos diretamente nos rios ou permitir que esterqueiras extravasem faz parte de sua reprodução. Se cremos que os suinocultores realmente não possuem condições para investir em sistemas de tratamento, como sempre afirmam, e se esse custo não é repassado/assumido para a indústria (qual agroindústria abriria mão de parte de seus lucros em benefício do “ambiente” se o processo de produção de suínos “é do suinocultor”?) ou para o consumidor (por uma questão de mercado que para ser competitivo e aumentar sua demanda, exige o barateamento dos preços finais), poluir é uma forma de os suinocultores continuarem na produção, sem investir em sistemas de tratamento ou sem limitar a produção de dejetos através da limitação do rebanho. Recomendar tecnicamente que os dejetos sejam utilizados como adubos orgânicos, da forma que vem sendo feita, também é auto-reprodução.

Mas, não nos preocupemos tanto. O Estado coadjuvante do mercado-grandes corporações, juntamente com organismos internacionais, toma suas *providências técnicas* quando necessário: na bacia do rio Coruja-Bonito, em Braço do Norte, e na bacia do rio Fragosos, no Oeste do Estado, por exemplo, estão sendo investidos US\$ 4,47 milhões através do PNMA II – Projeto Suinocultura Santa Catarina [sendo US\$ 2,94 milhões financiados através de um acordo de empréstimo com o Banco Mundial – BIRD (certamente a módicos juros que serão pagos, junto com o capital emprestado, por todo o povo brasileiro...) e US\$ 1,53 contrapartida do Governo do Estado] visando “melhorar a qualidade da água degradada pela suinocultura nas bacias escolhidas”.¹⁰³

É... privatiza-se o lucro e socializa-se o prejuízo.

¹⁰³ O PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente II é um programa do Governo Brasileiro conduzido pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA, coordenado pelo Governo do Estado (através da atual Secretaria de Desenvolvimento Social, Urbano e Meio Ambiente), e executado pela Embrapa Suínos e Aves – CNPSA, tendo como co-executores a Epagri, a Secretaria de Agricultura e a FATMA, e diversas outras instituições como parceiras. O objetivo geral do projeto, que iniciou em abril/2002 e tem duração prevista de 33 meses, é “melhorar a qualidade ambiental nas bacias hidrográficas do Fragosos e do Coruja/Bonito, com enfoque no recurso ‘água’, através da adequação das atividades da suinocultura, pela adoção de gestão tecnológica e práticas de manejo ambientalmente adequadas, consorciadas ou comunitárias, aplicáveis em microbacias”. A estratégia geral do projeto, intitulado “Controle da Degradação Ambiental decorrente da Suinocultura em Santa Catarina”, é “implantar um modelo de gestão ambiental para as propriedades produtoras de suínos, baseado em uma readequação completa do atual modelo de criação de suínos, que vai desde os sistemas de manejo e produção utilizados até os sistemas de tratamento e disposição final de dejetos no solo” (EMBRAPA..., 2002; SANTA CATARINA, 2002). Informações sobre o projeto podem ser obtidas em <http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/>

4.2.2 Estado – mercado – prioridades

Estado-mercado-grandes corporações atuam sobre a divisão do trabalho com vistas à reprodução do capital. Para SANTOS (1997a), a divisão do trabalho, processo cujo resultado é a divisão territorial do trabalho, supõe a existência de conflitos. Entre os conflitos existentes, ressalta a disputa entre o Estado e o Mercado, e a heterogeneidade dentro de cada um:

Dentro do mercado, as diversas empresas, segundo a sua força, e segundo os respectivos processos produtivos, induzem a uma divisão do trabalho que corresponde ao seu próprio interesse. E as diversas escalas do poder público também concorrem por uma organização do território adaptada às prerrogativas de cada qual. (p. 109)

A forma de atuação de Estado e mercado, no entanto, difere, e tratando das forças que incidem sobre áreas extensas, o autor afirma:

A primeira delas é o Estado, pelo seu “uso legítimo da força”, encarnado ou não no direito. A lei, ou o que toma seu nome, é, por natureza, geral. Assim, uma norma pública age sobre a totalidade das pessoas, das empresas, das instituições e do território. Essa é a superioridade da ação do Estado sobre outras macroorganizações. Nem as instituições supranacionais, nem as empresas multinacionais têm esse poder. (p. 121)

Em contrapartida, essas últimas têm alcance global.

Por exemplo, um evento mundial se origina numa empresa multinacional, num banco transnacional, numa instituição supranacional. O Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional criam eventos mundiais. E nas respectivas dimensões territoriais, há eventos nacionais, regionais, locais. (p. 121)

Apesar da existência de possíveis conflitos entre Estado e mercado, estes podem se unir quando um objetivo – a reprodução do capital - lhes é de comum interesse, quando o Estado representa primordialmente os interesses do próprio mercado.

No ano de 1994, o aumento em 119% no rebanho suíno no município de Braço do Norte relaciona-se, pelo menos em parte, ao Programa BNDES, já descrito em itens anteriores. Mesmo que sua importância seja restrita no Sul do Estado, quando comparada com o Oeste, o modelo seguido pelo Programa exemplifica bem a relação Estado-mercado/agroindústrias.

Para GUIVANT (1998):

Desde sua gestão, o Programa teve como um de seus propulsores cruciais as agroindústrias e cooperativas, que influenciaram decisivamente na direção das propostas a serem

implementadas. Três motivações centrais podem ser distinguidas para entender tal participação: 1) a necessidade de obter recursos públicos para modernizar e expandir a suinocultura,...; 2) a procura de soluções para enfrentar as pressões regionais pelo controle ambiental,...; 3) a necessidade de se adaptar às pressões ambientalistas crescentes dos mercados internacionais. (p. 111-112)

Essas motivações possuem relação com as diferentes estratégias assumidas pela agroindústria diante da questão ambiental: quando referente ao tratamento dos efluentes de seus frigoríficos, normalmente a responsabilidade é assumida; no entanto, no que se refere à poluição gerada nas propriedades de seus integrados (lembremos que na bacia do rio Coruja-Bonito 19% dos produtores, em 2002, eram integrados), a responsabilidade passa a ser parcial e difusa – no máximo, a agroindústria exige a construção de (bio)esterqueiras e obtenção do licenciamento ambiental por parte dos suinocultores. Para os produtores independentes, a responsabilidade assumida pela agroindústria é nula.

No entanto, conforme avalia Guivant, as agroindústrias e as cooperativas obtiveram benefícios importantes com o Programa BNDES: além de conseguirem os recursos necessários à modernização, alimentaram uma imagem de proteção ambiental e de controle da poluição. “Por isto, podem ser consideradas como as principais beneficiárias do Programa.” (p. 113)¹⁰⁴.

Retornando ao Estado: diante da omissão da agroindústria e diante das constantes crises da suinocultura e não-priorização da questão ambiental pelos suinocultores, o Estado assume a frente, buscando diminuir os conflitos gerados pela poluição advinda da atividade, reiterando assim o seu comportamento como coadjuvante do mercado e das corporações que modificam os locais, garantindo a manutenção-reprodução da atividade.

O Estado “utiliza” problemas ambientais gerados pela suinocultura para a busca de recursos financeiros visando sua “resolução técnica” – é o que está ocorrendo atualmente, através do PNMA II, já citado – aliás, será que para “resolver” o problema de dejetos produzidos para cada 150 mil animais em Santa Catarina, o Estado pretende investir aproximadamente US\$ 5 milhões a serem pagos por toda a sociedade?

Segundo esse Programa, as técnicas que estão sendo implantadas nas bacias-piloto servirão de exemplo para outras bacias. Mas, de onde sairão os recursos para que outros

¹⁰⁴ Segundo GUIVANT (1998, p. 118), com a implementação do Programa BNDES “consolidam-se uma visão produtivista da suinocultura e uma visão tecnocrática da poluição, correspondentes às perspectivas dos atores que controlam e mais se beneficiam com tal Programa: as agroindústrias e cooperativas e seus representantes de classe.” A autora afirma, ainda, que há uma distância significativa entre a proposta inicial do Programa e suas práticas efetivas, o que compromete os resultados em relação ao controle ambiental, podendo agravar a poluição dos recursos hídricos.

suinocultores sigam esse exemplo? Estou considerando, aqui, que o Programa atingirá satisfatoriamente os objetivos propostos no que se refere à diminuição da poluição dos recursos hídricos superficiais.

No entanto, se pode acreditar que não haverá mais suinocultores liberando dejetos diretamente no rio na calada da noite ou durante as chuvas? Pode-se confiar na “solução” do problema através da aplicação de dejetos no solo? Mudanças no sistema de confinamento para criação de suínos sobre palha ou aproveitamento de dejetos em biodigestor para produção de energia são outras das alternativas tecnológicas propostas para minimização dos problemas advindos da grande quantidade de dejetos produzida na suinocultura, além do uso de dejetos armazenados em esterqueiras como adubo orgânico. Mas, quem garante que as técnicas serão “corretamente” aplicadas? Em geral, diversas tarefas são necessárias para o funcionamento ou aplicação correta dessas técnicas, e mesmo recebendo rápidos treinamentos, pode-se perguntar se os suinocultores estarão preparados e, sobretudo, dispostos a aplicarem as recomendações. Esse Programa (assim como ocorreu com o Programa BNDES, conforme ressaltado por GUIVANT, 1999, p. 109) pressupõe um “conjunto ideal de operações, inspeções, manejo ou manutenção de práticas consideradas seguras ou adequadas, distante das complexidades do mundo real dos produtores.” Enfim, não há garantias de que os suinocultores seguirão todas as recomendações técnicas, e, mesmo que as sigam, as próprias alternativas tecnológicas contemplam questionamentos sobre sua eficiência e funcionalidade.

FLORIT (1999) ressalta:

Um contexto de incerteza não pode ser controlado através de meras intervenções técnicas. Primeiramente, porque essas intervenções não reconhecem a complexidade inerente à tentativa de harmonizar os imperativos ambientais com os econômicos e sociais, tal como é invocado pelo Estado. Mas, também, porque os sujeitos sociais envolvidos nessas intervenções são inevitavelmente um fator multiplicador dessa complexidade. (p. 22)

Mas a visão é sempre a mesma: soluções técnicas trazidas por cientistas e técnicos, onde o suinocultor é visto como “objeto-aplicador-de-técnicas”.

Alguns pequenos avanços ocorrem, mas muito lentamente. No PNMA II – Projeto Suinocultura em Santa Catarina, por exemplo, após o projeto ter sido elaborado por um restrito grupo de pessoas, foi aberto para demais instituições darem suas colaborações e participarem como parceiras¹⁰⁵. Aos suinocultores, que deveriam ser os maiores interessados

¹⁰⁵ Aqui, uma observação se faz necessária: no apagar das luzes da redação final do projeto, em dezembro de 2001, sugeri que fosse aplicado um questionário para avaliar a repercussão do Programa junto à população,

no Programa, foram previstas reuniões e cursos para implantação das técnicas visadas. Esta prática, no entanto, ainda está muito distante de um verdadeiro reconhecimento dos atores locais (leia-se suinocultores) como sujeitos participantes do processo, principalmente quando se considera, por exemplo, que documento da UNESCO (WHYTE, 1978), há mais de um quarto de século, já colocava como prerrogativa a identificação da percepção da população local, que vivencia os problemas, como uma etapa necessária à execução de um processo de gestão ambiental que prime pela participação e busque a sustentabilidade, uma das metas do PNMA II. Esse Programa, que tem participação direta do Ministério do Meio Ambiente, evidencia a desarticulação institucional¹⁰⁶ e a persistência da mentalidade tecnicista entre políticos, cientistas e técnicos com claros objetivos de manter a atividade suinícola a qualquer custo.

Mas a intervenção do Estado a favor do sistema produtivo da suinocultura não se dá somente através da ação. Ocorre, também, através da omissão, da conivência com a poluição. Que atenção é dada, efetivamente, pelo Estado, aos aspectos ambientais? Para um Estado que vê no “controle” a solução de problemas, a quantas anda a Polícia Ambiental ou a FATMA? BRASIL (2002, p. 155), referindo-se ao problema de poluição hídrica gerada pela suinocultura na Bacia do rio Tubarão, afirma:

O desrespeito à legislação é facilitado pela pouca eficiência dos serviços de fiscalização prestados pela FATMA. O órgão conta com cerca de cinco funcionários na região e estes se encontram divididos entre os serviços administrativos e de fiscalização. A criação de suínos em confinamento faz parte da lista de atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental, necessitando autorização prévia do órgão ambiental para funcionamento. Mesmo nas propriedades que possuem as licenças para o desenvolvimento da atividade, o processo de degradação é facilitado pela falta de fiscalização contínua da atividade.

Mesmo assim, para MONTEIRO (1996), assim como para outros autores que expressam a mesma idéia,

É inegável que, em nosso país, já se tem progredido na conscientização da sociedade quanto aos problemas ambientais, conscientização esta que, pelo próprio caráter de nossa

principalmente junto aos suinocultores, em dois momentos: no início das atividades e no final. O questionário relativo ao início foi aplicado, e o relatório encontra-se com a Coordenação Estadual do Programa.

¹⁰⁶ Importante notar que, em nenhum momento, nem por parte do Governo Federal e nem do Governo Estadual, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar, que contemplam a bacia-piloto do rio Coruja-Bonito, foi chamado para discutir ou comunicado sobre o Programa, comitê este previsto por Lei Federal (BRASIL. Lei 9.433/97), ligado a uma política que está sendo desenvolvida dentro do próprio MMA (através da Secretaria de Recursos Hídricos) e criado pelo Governo do Estado através do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, ligado à antiga Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM, responsável pelo projeto no Estado.

sociedade, composta de estamentos tão diferenciados, não pode ser generalizada. O que não é de admirar de vez que há uma diferença abissal entre a sociedade que se configurou aqui e a normação político institucional que pretende elaborar a nação (DA MATTA, 1988). As dificuldades políticas, tão graves e variadas, não têm sido menores no campo da preservação dos recursos e vigilância da qualidade ambiental. Os próprios instrumentos de ação, descoordenados, quando não conflitantes, têm sido impotentes na definição de uma eficiente política ambiental.

Esta impotência não surpreende se considerarmos que, para o mercado global, problemas ambientais são, somente, mais uma questão técnica dentro da busca de processos mais produtivos com um menor custo ambiental. Conforme afirma MONTEIRO (1996, p. 72),

Por mais inócuas que tenham sido as duas conferências da ONU sobre o Meio Ambiente, há um mérito que não lhes pode ser negado. Estocolmo principiou e o Rio de Janeiro acentuou: um grande avanço na informação, a adoção do ambiente como tema permanente na comunicação e a conseqüente formação de uma consciência social.

Mas, se a preocupação dos organismos (inter)nacionais quanto ao meio ambiente é produzir uma estratégia de gestão do ambiente dentro de um projeto desenvolvimentista em escala mundial¹⁰⁷, até que ponto isso representa efetivamente um ganho? Ou melhor, para quem representa um ganho? Não estarão as *soluções técnicas* para os problemas ambientais avalizando as formas de apropriação ainda mais desigual e intensa dos recursos naturais? No caso da suinocultura, não estarão colaborando para uma maior diferenciação-exclusão social por estarem legitimando processos de concentração e especialização da produção de suínos?¹⁰⁸

Enfim, o fato é que a suinocultura continua crescendo no Mundo e na bacia do rio Coruja-Bonito; é uma atividade na qual se visualiza expansão do mercado.

¹⁰⁷ BRASIL (2001, p. 36), tratando de desenvolvimento sustentável e citando outra autora (CARVALHO citada por RIBEIRO, 1992), afirma “Desde a Conferência de Estocolmo, 1972, ficou claro que a preocupação dos organismos internacionais quanto ao meio ambiente era produzir uma estratégia de gestão desse ambiente, em escala mundial, que entendesse a sua preservação dentro de um projeto desenvolvimentista. Dentro dessa perspectiva produtivista, o que se queria preservar de fato era um modelo de acumulação das riquezas onde o patrimônio natural passava a ser um bem.”

¹⁰⁸ Segundo FLORIT (1999), a utilização de esterqueiras-adubação orgânica é uma solução paliativa funcional para o interesse das agroindústrias, pois, com uma certa redução do impacto poluente da produção de suínos sobre os recursos hídricos, legitima-se o processo de concentração na atividade, diminuindo a quantidade de suinocultores.

E a questão ambiental não é prioritária, nem em nível local, nem global. Em nível global, o ambiente torna-se somente mais uma forma de garantia de reprodução de empresas globais; como afirma GONÇALVES (1989),

É importante destacar a nova onda liberal que grassa nas décadas de 70 e 80 e ataca a intervenção do Estado em nome da liberdade do mercado, quando este já está completamente dominado pela presença dos grandes monopólios empresariais. (...) Ironicamente são essas grandes empresas [de caráter multinacional] que têm manifestado enorme preocupação com o problema ambiental, pois a exigência de combate à poluição pode ser um importante pretexto para favorecer a maior concentração ainda do poder econômico, já que as pequenas e médias empresas não teriam condições de atender a essas exigências. (p. 93)

Em nível local, durante um painel temático intitulado “A Problemática da Suinocultura na Amurel”¹⁰⁹, suinocultores expuseram suas prioridades. Entre 36 fatores de dificuldade citados (envolvendo fase de produção, de transferência/processamento e de distribuição/comercialização), apenas três tinham relação com “meio ambiente”, na fase de produção de suínos: contaminação ambiental; produtores desconhecem leis ambientais; enquadramento das granjas quanto à questão ambiental. No quadro de objetivos e ações alternativas, entre os 8 objetivos consta “diminuir o volume de dejetos”, cujas alternativas correspondentes são: diminuir o volume de água no processo; buscar linha de crédito para projeto de viabilização dessa diminuição; criar grupo de trabalho para questões ambientais.... Nesse painel, ficou evidente que o “meio ambiente é uma pedra no sapato dos suinocultores”, cuja preocupação decorre de exigências legais para a produção (exigência de licenciamento ambiental), e não de conflito pelo uso da água ou de problemas relacionados à saúde do rebanho bovino (que bebe água diretamente no rio) ou da população em geral. Em documento restrito gerado a partir deste painel temático, projetos em andamento listados em set/2003 foram: projeto para instalação de um frigorífico – busca de fontes de financiamento; projeto para construção de silos para armazenamento de grãos; projeto para exportação de carne suína para a Argentina.

Essa constatação vem ao encontro do que foi observado por GUIVANT (1998), no Oeste do Estado, em relação ao Programa BNDES:

¹⁰⁹ Esse painel era uma das atividades do curso “Gestão e Elaboração de Projetos”, do qual participei, promovido pela Agência de Desenvolvimento Regional da Associação de Municípios da Região de Laguna – ADRAM e ministrado pelo Instituto Euvaldo Lodi, da Federação das Indústrias do Estado – FIESC. Esse painel foi realizado em Braço do Norte no dia 20/ago/2003, e teve por objetivo levantar as principais necessidades do setor suinícola regional visando a elaboração de projetos a serem encaminhados a instituições nacionais e internacionais.

... eventos de poluição de maiores magnitudes e conseqüências diretamente detectáveis, como mortandade de peixes, ou alta proliferação de borrachudos, moscas e pernilongos, tendem a ser reconhecidos como parte de um “problema”, algo que deveria ser enfrentado e transformado. Também a resistência do gado a beber dos cursos de água e o cheiro às vezes considerado insuportável são apontados como sintomas preocupantes. Mas, para a grande maioria dos entrevistados, a poluição permanece distante das preocupações e tarefas cotidianas. (p. 110)

E, continuando com FLORIT (1999),

Desta forma, pode-se concluir, também, que a *coerção estrutural* que leva os agricultores a adotar sistemas produtivos poluentes é também realimentada pelo próprio agir dos agricultores (assim como o de todos os agentes) que, consciente ou inconscientemente, por ação ou por omissão, tendem a incorporar a questão ambiental somente à medida que ela entra no horizonte dos seus interesses econômicos estratégicos. (p. 21)

Enfim, a suinocultura está instalada na bacia! A existência da atividade e sua concentração praticamente não são questionadas, salvo por alguns técnicos e Organizações Não Governamentais – ONGs legitimamente preocupados com a questão. As preocupações são predominantemente de ordem econômica. As preocupações “ambientais” aparecem como maquiagem necessária para embelezar figuras que desejam a reprodução da atividade, nos níveis local e global.

4.2.3 Técnicas e espaço

Segundo SANTOS (1997a), a influência da técnica sobre o espaço se exerce de duas maneiras e em duas escalas: a ocupação do solo pelas infra-estruturas das técnicas modernas (podendo aí se incluir as granjas de produção de suínos, os frigoríficos) e as transformações generalizadas impostas pelo uso da máquina e pela execução dos novos métodos de produção e de existência.

Há uma crença geral de que, estando o homem acima da natureza, esse pode controlá-la através da ciência e da técnica. Mas, como bem ressalta GONÇALVES (1989, p. 56),

a ciência e a técnica são condições necessárias mas não suficientes para garantir um uso racional dos recursos naturais. Até porque o conhecimento científico se desenvolve numa relação sujeito-objeto, enquanto a prática social se dá numa relação entre sujeitos, onde o *agir racional* está condicionado por outras variáveis, sobretudo psíquicas, sociais e culturais. A ciência tem de reconhecer os limites de sua competência.

Entretanto, ciência, cientistas, técnicos, dificilmente o reconhecem, dificilmente se vêem como parte integrante de uma organização hegemônica global, onde a “razão técnica” está preocupada com respostas em curto prazo de tempo, com a eficácia imediata; dificilmente reconhecem que estão inseridos num campo de relações intersubjetivas, seguindo orientações de ordem política e econômica que buscam um maior controle sobre os homens e sobre a natureza, que “as técnicas são apenas meios concebidos para realizar determinados fins”.

Dificilmente percebe-se que são os interesses específicos de um grupo, segmento ou classe social que lançam mão de argumentos técnicos-científicos para justificar seus fins de dominação. Dificilmente percebe-se que, naquilo que chamamos de “questão técnica” estão confundidos a razão instrumental em torno da qual se desenvolve o controle da natureza – a técnica – e a razão comunicativa que se desenvolve no plano das normas (GONÇALVES, 1989).

Na página 82, GONÇALVES (1989), tratando dos “pesquisadores estatísticos”, afirma:

Mais sério ainda: estes autores se esquecem de que eles próprios, enquanto pesquisadores, refletem a organização social e cultural que os institui e criou e, por não considerarem a formação sócio-cultural que cria *sujeitos*-pesquisadores que só vêem *objetos*, acreditam ser a sua pesquisa mais objetiva porque alicerçada na pretensa neutralidade do método matemático-estatístico. Enfatizemos que, acreditando-se livres das paixões, subjetividades e ideologias esses autores estão, na verdade, comprometidos até a medula com a ordem instituída em meio a conflitos e lutas, sufocando outras possibilidades históricas.

Na auto-regulação e auto-reprodução do sistema, seja qual for o sistema, a técnica – e quem a produz e quem a transmite – serve muito bem, obrigado.

Na suinocultura, por exemplo, as inovações são constantes, e desde que a grande produção de dejetos passou a ser reconhecida como um problema (e daí a necessidade de resolvê-lo para que a atividade pudesse continuar a se reproduzir sem esse empecilho), várias tecnologias para controle da poluição hídrica foram (e continuam sendo) desenvolvidas, apresentando eficiências variáveis. O Estado (e seu corpo técnico) assume essas técnicas como solução (mesmo que parcial) do problema. Exemplo notório disto é que o Estado está interferindo através do PNMA2 – mais uma vez, são visadas soluções técnicas.

Mas, se os sistemas técnicos marcam a história, se a inovação tecnológica se dá cada vez mais rapidamente, e se as “questões ambientais” têm sido abarcadas pelo pensamento hegemônico, não podemos acreditar que, num futuro próximo, poderemos criar suínos sem

provocar problemas ambientais? Já que a “técnica” é importante fator de flutuação num sistema local, não poderá ela, novamente, gerar uma nova situação, sem poluição?

Certamente sempre haverá aqueles que acreditam na onipotência tecnológica para resolver os problemas do mundo. É assim que o pensamento hegemônico do controle e apropriação da natureza se mantém, através da utilização do meio técnico-científico e da cristalização de técnicas e crenças em formas-conteúdos, em objetos e ações nos espaços locais.

GONÇALVES (1988) alerta:

Não nos iludamos posto que nesse campo [questões ambientais] que é do interesse de todos, da espécie, o sistema disputa a hegemonia. Para ele é mais uma questão técnica. Para isso contam conosco. ... O campo técnico-científico não tem competência para solucionar esse problema posto que ele se põe na relação da sociedade com o seu-outro que é a natureza. Ninguém mais do que os cientistas têm a necessidade de esclarecer os limites da sua competência. (p. 36)

A consciência não é unicamente a tomada de consciência dos nossos próprios limites. É a tomada de consciência do próprio caráter da nossa relação com aquilo que vemos como o outro-natureza; é a identificação daquilo que nos leva a estabelecer os tipos de relações que mantemos. Para isso, refletir sobre a “complexidade” à qual pertencemos pode auxiliar. Enquanto cientistas e técnicos, enquanto indivíduos, carecemos continuamente de *ciência* e de *consciência*.

Enquanto isso... buscamos soluções.

NARDELLI e GRIFFITH (2001), por exemplo, explicam que o sintoma de um problema pode ser resolvido ou pelo uso de uma solução sintomática ou pela aplicação de uma solução duradoura, ambas levando a uma situação de balanceamento do sistema. Uma vez usada a solução sintomática, ela alivia o sintoma do problema, reduzindo a pressão para implantação de uma solução mais duradoura. Dessa forma, a solução sintomática pode produzir um efeito colateral, que acaba por debilitar, sistematicamente, numa condição de reforço do sistema, a habilidade da organização de desenvolver uma solução duradoura.

No caso abordado nesta tese, podemos interpretar que o sintoma do problema é o rio Coruja-Bonito poluído, e a solução sintomática é a construção de mais esterqueiras e utilização dos dejetos como adubo orgânico – uma solução que poderá provocar problemas maiores e irreversíveis futuramente. Mas, o que seria, então, uma solução duradoura? A limitação do tamanho do rebanho, conforme sugerido por GOSMANN (1999) ou RIORDAN (2002 – para quem a preocupação é o mercado, e não ambiental)? Talvez essa fosse uma atitude interessante, mas não acredito na sua possibilidade concreta a curto ou médio prazo. A

divisão internacional do trabalho e dos espaços deixa claro que a América Latina é um bom local para exportar água limpa e manter a sujeira em casa, como sugere GONÇALVES (em preparação), e, se a produção for limitada em um local, ampliará em outro, pois o mercado nacional e mundial de carne suína continua crescendo. Fiquemos, então, nas soluções sintomáticas...

Muitas vezes, parece que, como diz MORIN (1983),

... a sua solução [de problemas diversos] exige a substituição das tecnologias ‘duras’ por tecnologias ‘suaves’, das técnicas ‘sujas’ por técnicas ‘limpas’. Mas essa substituição começa já a pôr em questão a lógica própria das máquinas artificiais que se colocou nos comandos de setores cada vez mais amplos da organização social, e tornou-se um poder de manipulação que se exerce não só sobre a natureza, mas também sobre os próprios manipuladores. A partir daí o problema que se põe não é unicamente o das tecnologias suaves, não é unicamente o de renunciar eventualmente a técnicas que ameaçam mais do que prometem: é a necessidade dum metadesenvolvimento capaz de produzir tecnologias complexas. (p. 92)

Segundo SENGE (1999),

A maioria das pessoas prefere intervir num sistema modificando regras, estrutura física, processos de trabalho, fluxos de materiais e informações, sistemas de recompensa e mecanismos de controle – onde os elementos são mais visíveis e onde se requer menos habilidade para trabalhar com eles [e onde, enfim, a crença na solução técnica não é abalada]. Porém, à medida que se avança para os elementos mais intangíveis, tais como opiniões e crenças arraigadas nas pessoas, nossa alavancagem para mudança eficaz aumenta. (p. 87)

Mudanças de opiniões e crenças têm sido, também tratadas tecnicamente, a serviço do mercado e do Estado. Mas, ilimitadamente, buscar mudanças de opiniões ou crenças significaria mexer nas bases de um sistema hegemônico global, que tem seus interesses locais.

Existe, portanto, uma necessidade de mudança no “paradigma social” definido por CAPRA (2000, p. 25) como “uma constelação de concepções, de valores, de percepções e de práticas compartilhados por uma comunidade, que dá forma a uma visão particular da realidade, a qual constitui a base da maneira como a comunidade se organiza.”

Não é apenas Capra que o diz. Entretanto, como fazê-lo, como provocar mudanças? Talvez iniciando por modificar as perguntas norteadoras daquilo que pesquisamos. Nesta tese recusei-me a simplesmente perguntar “quem polui”, pois a identificação de uma relação causal simples “tamanho do rebanho suíno X poluição” leva a respostas simples (“o suinocultor”) e condiciona a busca de soluções técnicas simples, onde programas técnicos voltam-se para *agir tecnicamente sobre* o suinocultor. Mas esses programas não dão os

resultados esperados ou geram efeitos desesperados, pois o suinocultor faz parte do complexo, e não do simples. Não se trata de negar a possibilidade da simplicidade, mas de negar-se a simplificar a complexidade.

Um contexto de incerteza não pode ser controlado através de meras intervenções técnicas. Primeiramente, porque essas intervenções não reconhecem a complexidade inerente à tentativa de harmonizar os imperativos ambientais com os econômicos e sociais, tal como é invocado pelo Estado. Mas, também, porque os sujeitos sociais envolvidos nessas intervenções são inevitavelmente um fator multiplicador dessa complexidade (FLORIT, 1999, p. 22).

Mas, enfim, o que mantém a estrutura poluente, o global ou o local?

O global e o local estão definidos/unidos no espaço, e o espaço é hoje um sistema de objetos cada vez mais artificiais, povoado por sistemas de ações igualmente imbuídos de artificialidade, e cada vez mais tendentes a fins estranhos ao lugar e a seus habitantes (SANTOS, 1997a, 1997b).

E no espaço “bacia do rio Coruja-Bonito”, o espaço é valorizado economicamente pela suinocultura que interessa ao global e serve à concentração de riqueza de alguns suinocultores (os maiores, mais fortes), e desvalorizado “ambientalmente” pela poluição, que é problema local e impede o desenvolvimento de outras potencialidades da bacia. É, enfim, um espaço privilegiado da suinocultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na última década, no sul de Santa Catarina, particularmente em Braço do Norte e proximidades, a suinocultura tem sido reconhecida como importante atividade econômica. A produção de suínos, no entanto, gera grande volume diário de dejetos que atingem, pelo menos em parte, os rios locais, constituindo uma das principais fontes poluentes dos recursos hídricos da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar.

Para tratar desse problema, optei pela perspectiva sistêmica, apontada como adequada na análise ambiental, e que tem recebido importantes contribuições através do estudo de sistemas complexos.

Baseada nesta perspectiva, foi construída a hipótese: “conceitos atuais sobre sistemas complexos podem ser aplicados na análise ambiental, como instrumento para a interpretação dos problemas ambientais”.

A concretização dessa possibilidade foi expressa nos capítulos 3 e 4, que trataram da aplicação da perspectiva sistêmica na análise dos processos e estruturas que levam à degradação qualitativa do rio Coruja-Bonito. Portanto, buscando analisar, sob o enfoque sistêmico, os processos de degradação ambiental do rio considerado, foi possível ir ao encontro da questão norteadora da pesquisa: “a que processos de degradação (envolvendo sobretudo a produção suinícola) está submetido o rio Coruja-Bonito, e o que mantém ou colabora para que essa degradação perdure?”

A resposta a esta questão foi encaminhada através do estudo da maneira como diversos componentes do sistema estão organizados e das dinâmicas particulares das inter-relações existentes no mesmo. Foi possível, dessa forma, compreender, em princípio, as estruturas, os mecanismos e as conexões que sustentam a poluição do rio Coruja-Bonito, existentes no nível local e entre os níveis local e global.

O objeto de estudo foi definido com base fisiográfica: a bacia hidrográfica deste rio, remetendo-nos ao sistema espacial (ou geossistema). Optou-se pela bacia hidrográfica exatamente por se tratar da área de contribuição de um rio que reúne-reflete processos diversos que ocorrem na bacia, decorrentes das relações estabelecidas através dos fluxos de água superficiais¹¹⁰. Quanto à delimitação temporal estabelecida, a falta de dados locais

¹¹⁰ Esses aspectos são ainda mais importantes em pequenas bacias hidrográficas (com menos de 100 km²), onde, segundo CHRISTOFOLETTI (1999) a fase das vertentes e o escoamento superficial são predominantes (em relação à fase dos canais que predomina em bacias maiores, onde predomina a estocagem nos canais), possuindo rede de canais ainda não perfeitamente estabelecida, e são mais sensíveis a precipitações de curta duração e alta intensidade.

dificultou uma análise mais precisa desde o início da década de 90 até hoje, sobretudo no que diz respeito à caracterização do rio Coruja-Bonito e da suinocultura ali desenvolvida antes da grande expansão dessa atividade a partir de 1994.

Não obstante, a identificação da organização espacial relacionada aos aspectos fisiográficos e de (ocupação) humana, associada ao tema “estrutura poluidora local”, não foi prejudicada. O que se percebe, historicamente, é que mudanças ocorridas (e que estão ocorrendo) no geossistema em estudo, induzidas pelo nível espacial global de análise, estabeleceram os moldes atuais da suinocultura local, e, como consequência, a poluição hídrica pela atividade.

Analisando o rio como um subsistema que possui uma dinâmica própria e cujas características químicas, físicas e biológicas refletem a realidade¹¹¹ local, é que se comprovou a importância da suinocultura na poluição.

Na figura 35 foram apontadas as principais entradas e saídas, fluxos, relações, armazenadores e reguladores dos processos que sustentam a poluição, primeiramente em nível local, e, posteriormente, em nível global. Pôde-se, então, evidenciar:

- que a suinocultura é a principal estrutura operacional e física que sustenta a poluição do rio, seja pela criação dos animais (fase de produção), seja pela industrialização (abate por abatedouros-frigoríficos instalados na bacia);

- que na bacia encontram-se dois importantes componentes para a produção suinícola: água de qualidade (subterrânea ou de nascentes) e disponibilidade de mão-de-obra;

- que os sistemas de armazenamento e tratamento de dejetos são insuficientes, fazendo com que os dejetos alcancem as águas superficiais (o que é facilitado por um padrão espacial de proximidade de granjas e esterqueiras do rio), seja por transbordamento das esterqueiras, seja por liberação voluntária, por parte do suinocultor, dos dejetos diretamente no rio;

- que os dejetos aplicados no solo – principal prática de uso de dejetos – ou alguns de seus constituintes também podem atingir os corpos d’água, tanto os superficiais quanto os profundos;

- que há outras atividades e ações que colaboram para a manutenção do “estado poluído” do rio, como esgotamento sanitário (mais concentrado na área urbana) e bovinocultura (que também produz dejetos que podem atingir o rio);

¹¹¹ SANTOS (1997a, p. 99) cita Meliujin (1963) que distinguiu possibilidade e realidade: “a *possibilidade* representa uma tendência real, oculta nos objetos e fenômenos, que caracteriza as diversas direções no desenvolvimento do sistema. Já a *realidade* é tudo quanto existe objetivamente, como possibilidade realizada.” Nas páginas seguintes, Milton Santos escreve sobre a *ideologia* como parte da realidade, não estando apenas na “cabeça” das pessoas, mas concretizando-se: “Ela [a ideologia] está na estrutura do mundo e também nas coisas.” (p. 102).

- que o homem é o principal regulador dos processos que levam à poluição, em diferentes etapas da produção suinícola e manejo de seus dejetos;

- que a fisiografia da bacia “colabora” com os processos de poluição, principalmente devido às características topográficas (elevada declividade), pedológicas (solos rasos, em grande parte) e hidrológicas (rica rede de drenagem).

Essas constatações mostram que a suinocultura é uma atividade com reflexos significativos e interação intensa na bacia. Social e economicamente, representa fonte de emprego e principal fonte de renda para vários produtores locais. Conjuntamente, entretanto, os aspectos sociais e econômicos aparecem também sob a forma de redução na qualidade de vida da população em geral da bacia, devido à degradação da qualidade do rio que limita ou impede outros usos, à possibilidade de aumento da incidência de doenças veiculadas pela água e ao aumento da população de moscas e borrachudos.

Ainda em nível local, a suinocultura enquanto atividade produtiva, não apresenta uma condição homogênea para todos os suinocultores da bacia, isto é, mesmo dentro do sistema de produção confinado, há diferenças tecnológicas, sistemas técnicos de diferentes níveis¹¹². “A forma como se combinam sistemas técnicos de diferentes idades vai ter uma conseqüência sobre as formas de vida possíveis naquela área” (SANTOS, 1997a, p. 35). Para os próprios suinocultores, essas diferenças, associadas a um processo de globalização tecnológico, permitem a reprodução de um “sistema maior” que atua sobre a divisão do trabalho e que, na bacia, leva à seleção de produtores mais eficientes, normalmente os maiores, e à quebra dos menos eficientes no processo produtivo ou dos menores no que se refere ao número de matrizes.¹¹³ Esta concentração da produção, conforme já foi citado, faz parte de um processo internacional, evidenciando novamente a ligação local-global.

Esse “sistema maior” é regido pelo Estado e pelo mercado, que, atuando local, nacional ou globalmente, incitam a diferenciação de lugares (cuja escala pode variar de bairros ou municípios a países inteiros). Essa diferenciação, no entanto, não ocorre unilateralmente. Uma característica importante de sistemas locais é que os lugares reagem de forma diferenciada aos fatores exógenos, e podem redefinir técnicas, ao mesmo tempo em que elas os redefinem.

¹¹² “Os conjuntos formados por objetos novos e ações novas tendem a ser mais produtivos e constituem, num dado lugar, situações hegemônicas.” (SANTOS, 1997a, p. 78). Essas situações podem levar, até mesmo, ao desaparecimento de sistemas antigos: na bacia, não se encontra mais a produção de raças coloniais, nem a produção de porco tipo banha.

¹¹³ É importante notar que INSTITUTO CEPA (1988) já assinalava que na região de Braço do Norte o número de matrizes por granja era maior que em outras regiões produtoras de suínos no Estado, devido à necessidade de aumentar a escala de produção para compensar maiores gastos devido, principalmente, à importação (leia-se maiores custos com frete) de grãos para ração, de outras regiões do Estado ou outros Estados.

Cada objeto ou ação que se instala se insere num tecido preexistente e seu valor real é encontrado no funcionamento concreto do conjunto. Sua presença também modifica os valores preexistentes. (...) As ações não se localizam de forma cega. Os homens também não. O mesmo se dá com as instituições e infra-estruturas. É esse o próprio princípio da diferenciação entre lugares, produzindo combinações específicas em que as variáveis do todo se encontram de forma particular. (...) ... os lugares assim constituídos passam a condicionar a própria divisão do trabalho, sendo-lhe, ao mesmo tempo, um resultado e uma condição, senão um fator. (SANTOS, 1997a, p. 48, 100, 107).

Se, por um lado, as condições, as circunstâncias, o meio histórico devem ser considerados e não podem ser reduzidos à lógica universal, por outro, essa diferenciação é que deve permitir a instalação de determinadas tecnologias universais. Se o sistema local não as incorpora de forma a que desempenhem sua função local, as novas tecnologias não são implementadas, e o espaço local vai, aos poucos, perdendo seu valor perante mudanças globais ou de interesse de determinado segmento do mercado global ou do Estado.

Pelo que se percebe, diversos suinocultores e proprietários de abatedouros-frigoríficos da bacia do rio Coruja-Bonito têm absorvido de forma eficiente novas tecnologias globais, uma vez que a atividade continua em reprodução e crescimento¹¹⁴. Ao acolher os sistemas tecnológicos no local, os suinocultores passam a ser ativos participantes do desenvolvimento da atividade, processando informações, construindo estratégias e negociando tanto com outros sujeitos-atores locais quanto com instituições externas à bacia.

Assim, a bacia, enquanto “espaço da suinocultura”, pode bem ser caracterizada como um conjunto indissociável de sistemas de objetos e de sistemas de ações que mantêm a produção, e que alimentam os corpos d’água com poluentes. Nesse conjunto local, cabe salientar que as unidades *granjas* e *abatedouros* representam formas transformadas em capitais fixos, apresentando determinado nível de remuneração do capital investido, o que implica uma certa “inércia local”, dificultando modificações de *objetos* e *ações*, e facilitando a reprodução da atividade suinícola. “O trabalho morto, na forma de meio ambiente construído (built environment) tem um papel fundamental na repartição do trabalho vivo”(SANTOS, 1997a, p. 112).

A manutenção/reprodução da suinocultura na bacia se dá num contexto global. Por ser o sistema local aberto, a bacia insere-se em um universo espacial mais amplo:

¹¹⁴ Crescimento para alguns produtores, muitas vezes às custas da eliminação, do processo produtivo, de outros suinocultores, geralmente dos menores.

- territorial: a bacia localiza-se entre o litoral e a Serra Geral, em uma área com elevada produção suinícola, no sul do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil, hemisfério sul do globo terrestre;

- produtivo: da suinocultura global, do mercado mundial (conforme mostrado na figura 35).

E, nessa relação global-local, quando a sociedade muda,

o conjunto de suas funções muda em quantidade e qualidade. Tais funções se realizam onde as condições de instalação se apresentam como melhores. Mas essas áreas geográficas de realização concreta da totalidade social têm papel exclusivamente funcional, enquanto as mudanças são globais e estruturais e abrangem a sociedade total, isto é, o Mundo, ou a Formação Socioeconômica. (SANTOS, 1997a, p. 93).

É nesse contexto que se deu/dá a estruturação e organização espacial na bacia, e se sustenta a “estrutura poluidora local”, inseridas em um processo de globalização que busca a homogeneização e é conduzida pelo mercado-grandes corporações e pelo Estado. Ao processo global agregam-se interesses locais e regionais, tanto do mercado (pequenos e médios abatedouros, mercado local e regional) quanto do poder público (estadual ou municipal).

Mas, mediante a teoria das estruturas dissipativas, podemos caracterizar o sistema em estudo, nesse momento, estruturado e organizado, como estando em “estado estacionário”?

A dificuldade em definir o estado estacionário quando se trata de uma questão ambiental mora no movimento contínuo do sistema e na dificuldade em definir limites a partir dos quais o sistema pode ser considerado apresentando comportamento caótico.

Tomando uma frase citada por SANTOS (1997a, p. 97), de BADIOU (1975)¹¹⁵, “o movimento não é uma sucessão de unidades, mas um encadeamento de divisões.” Vimos no primeiro capítulo que as flutuações não atingem todo o sistema ao mesmo tempo. O sistema não é uma unidade compacta que se move, internamente, na mesma velocidade em todos os seus pontos espaciais, em todas as relações estabelecidas. No sentido dado por SANTOS (1997a), que retoma outros autores, o sistema aberto não pode ser uma unidade, uma totalidade; é totalização – a primeira é resultado, produto de um movimento real que aparece a cada instante, é uma realidade fugaz; a segunda é processo, é ‘totalidades em movimento’.

“Sistema aberto” significa trocas com o universo no qual se integra, e são as trocas que mantêm o sistema, influenciando flutuações que podem desestabilizá-lo, levando ao caos, resultando em novo comportamento.

¹¹⁵ BADIOU, A. *Théorie de la contradiction*. Maspero, Paris, 1975.

Não é difícil imaginar que um grande e rápido aumento da quantidade de suínos em um sistema, como ocorreu em 1994 em Braço do Norte, inclusive na bacia do rio Coruja-Bonito, altera significativamente todo sistema, pois modifica substancialmente os fluxos de matéria e energia entre sistema local e global e no interior do próprio sistema local; modifica a estrutura do sistema: são mais granjas construídas, mais abatedouros, maior circulação de insumos e produtos, maior oferta de emprego. Nesse sentido, a implementação do Programa de Expansão da Suinocultura e outras formas de financiamento da suinocultura, e a “acolhida” desses Programas na bacia, foi um fator de ruptura no sistema espacial existente.

Cabe citar que, em conversas com moradores da bacia, esses afirmaram que há alguns anos (“há uns 5 ou 10 anos atrás”, segundo eles) a poluição do rio era muito pior. Infelizmente não há dados locais para confirmar o ocorrido, mas podemos imaginar que o rápido aumento do rebanho suíno em meados da década de 90 provocou uma situação de poluição bem mais intensa, que pudesse caracterizar um momento caótico no sistema. Com o tempo, a repercussão negativa dessa poluição realimentou o sistema, o homem “aprendeu que aquilo não era bom” (através de um processo de realimentação), e mais esterqueiras foram construídas e um maior número de suinocultores passou a aplicar os dejetos no solo, reestabilizando o sistema para uma condição que encontramos atualmente, para um novo estado estacionário. Este estado atual pode ser caracterizado pela elevada produção de suínos e pela elevada poluição dos corpos d’água superficiais, e certamente pelo acúmulo de matéria orgânica e grande adição de nitratos aos solos, ocasionando uma situação que pode, ao ultrapassar determinado limiar, produzir nova desestabilização.

Segundo esse pensamento, poderíamos até pensar que o PNMA2 – Suinocultura será (bem como um controle e uma fiscalização ambiental eficientes¹¹⁶ o poderiam ser, talvez) um outro fator de desestabilização do comportamento atual do sistema, onde esse passaria por um período caótico, alternando momentos de poluição elevada como a atual e de poluição reduzida, até que o sistema novamente se estabilize na nova condição de menor poluição hídrica [imaginando tal situação, espero que não surja desse novo sistema complexo e organizado, a poluição irreversível dos solos e lençóis freáticos ou artesianos].

Nesse caso, tomando conta do que foi exposto nos dois últimos parágrafos, o estado estacionário seria avaliado segundo os níveis de poluição do rio. Além disso, as flutuações que determinaram a ruptura nos sistemas existentes estariam bem definidas: programa de expansão da atividade em 1994, programa de despoluição 10 anos após.

¹¹⁶ Talvez a dificuldade em acreditar nessa possibilidade, em função da complexidade dos problemas ambientais e até do que já foi exposto em relação à convivência do Estado com a poluição, é que prefiro concordar com GONDOLO (1999) quando diz que “a idéia de controle não passa de uma utopia”.

Surgem, então, duas novas questões:

- como caracterizar efetivamente o novo estado de menor poluição? Ou seja, se a poluição diminuir em 10%, comparando valores médios de determinados parâmetros de qualidade de água do rio, já seria possível caracterizar um novo estado estacionário em relação à poluição hídrica? E se diminuísse em 1%? Ou em 50%? Afinal, qual o limite que representaria um novo estado estacionário?

- e quando não existem flutuações desestruturadoras tão evidentes? Como identificar estado estacionário ou estado caótico quando, por exemplo, o aumento do rebanho ocorre gradualmente, como ocorreu em diversas fases da história da suinocultura, inclusive na bacia do rio Coruja-Bonito? E, se a suinocultura é a principal fonte poluente, como fazer essa identificação se os níveis de poluição aumentam gradualmente e lentamente ao longo do tempo?

Há uma resposta possível para as duas questões: utilizar como referência a legislação que trata da classificação das águas no Brasil, a Resolução CONAMA 20/86 (BRASIL, 1986). Em outras palavras, um novo estado estacionário poderia ser identificado a partir do momento em que houvesse modificação na qualidade do rio até que esse atingisse uma outra classe especificada em legislação. Por exemplo, no caso do rio Coruja-Bonito, que atualmente nem classificação possui, de tão poluída a água, um novo estado estacionário seria aquele em que ele passasse à classe 4; o próximo, quando passasse para a classe 3, ou retornasse à não-classificação.

Mas, acima destas, outra questão se impõe: é adequado caracterizar estados estacionários em relação aos níveis de poluição do rio? Por que não caracterizá-lo em relação ao tamanho do rebanho ou ao número de granjas ou de abatedouros existentes na bacia? Nesse sentido, se tomarmos como referência a atividade suinícola, um programa de despoluição seria apenas uma adaptação da estrutura e uma reorganização para manutenção de um quadro (estado estacionário) de continuidade e expansão da atividade.

De qualquer forma, a identificação de estados diferenciados do sistema decorre da ação humana no nível local e em nível global, que origina forma e conteúdo no espaço, cuja organização é caracterizada, nas sociedades integradas economicamente, através de mecanismos de mercado. Estes mecanismos agem pela ação de atores que, ao se apropriarem e controlarem os recursos (naturais ou produzidos pelo homem), impõem sua marca sobre o espaço.

Na bacia, a suinocultura impôs/impõe sua marca na organização e estruturação espacial: granjas e abatedouros estão presentes em toda a área rural da bacia, instalados

sempre próximo aos rios; o rio poluído impede outros usos, consuntivos ou não, limitando o desenvolvimento de outras atividades econômicas, como de lazer; a atividade mantém parte da população no meio rural, através da demanda de mão-de-obra local. Além disso, a atividade exige outras “funcionalidades”, como, por exemplo, a manutenção de estradas, por parte da municipalidade, em boas condições para tráfego de caminhões que trazem insumos até as granjas e transportam suínos ou carne para fora da bacia.

A suinocultura gera conflitos, incompatibilidades, mas se mantém (se amplia, se modifica) ao longo do tempo. Há um “todo” organizado em nível que ultrapassa em muito a escala da bacia, do local, e que tem por meta se reproduzir, se manter, do qual emergem alternativas para atender continuamente ao seu objetivo de auto-reprodução. Estas alternativas incluem pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos, oferecimento de linhas de crédito, implantação de Programas que visam redução dos impactos de dejetos sobre recursos hídricos.

A suinocultura decretada, hoje, é o resultado do desenvolvimento de um processo histórico recente de produção de suínos – sistema confinado, altamente tecnificado e dependente de insumos externos e da indústria (de insumos e equipamentos, bem como da agroindústria que adquire o suíno produzido), e dependente da apropriação, por algumas pessoas, de um componente do meio caracterizado como de uso comum: a água – retirada do ambiente-de-todos limpa para o processo de produção, devolvida ao ambiente-de-todos “suja” (na forma de dejetos) ou “sujando” (quando corpos d’água superficiais são utilizados como “transportadores” de dejetos gerados na suinocultura, causando a poluição intensa do rio Coruja-Bonito). Baseia-se, também, na priorização econômica da atividade, e na busca da sua viabilização ambiental através, entre outros, do uso privado de recursos públicos.

Há, portanto, uma lógica que sustenta a poluição do rio Coruja-Bonito pela suinocultura: em nível local, compreende a lógica produtivista do suinocultor, que se baseia, entre outros, na apropriação da natureza e na ação de se “desfazer dos dejetos” (seja liberando-os nas águas superficiais, seja utilizando o solo como receptor); em nível global, compreende a lógica produtivista do mercado, das grandes corporações, associadas ao Estado, dominando-o, baseada em inovações tecnológicas.

A estrutura poluidora local é sustentada por essa lógica expressa em diferentes níveis espaciais, e tem a “contribuição” de um meio físico que facilita os dejetos atingirem as águas.

POSFÁCIO

Tentar entrar no mundo da complexidade, é senti-la. Como diz MORIN (1989, p. 363-364),

A complexidade apresenta-se primeiro como regressão, perda, confusão, dificuldade. Efetivamente, traz perda das certezas ilusórias, obscurecimento das evidências, confusão das idéias até então claras e distintas (porque dissocia perfeitamente os objetos uns dos outros e do seu ambiente). A complexidade parece regredir em profundidade relativamente à vocação vital de todo cérebro, de toda a inteligência viva: desambiguar o ambiente.

E é esse, sem dúvida, um grande desafio.

“Sistemas complexos”... complicados... Em um primeiro momento, tudo parece muito complicado: estruturas dissipativas, caos, organização e estrutura, entradas e saídas, realimentação, etc. etc. e etc. – algumas teorias ou conceitos com mais de 30 anos, e ainda tão distantes da nossa prática, do nosso raciocínio cartesiano. GONDOLO (1999, p. 14) afirma:

no campo teórico, o determinismo foi há muito superado, mas nos surpreendemos ao encontrá-lo tão presente na mente da maioria dos analistas e estudiosos, tanto nos diagnósticos ambientais quanto na busca de soluções para problemas, quando são considerados como tendo apenas uma relação biunívoca de causa e efeito. (...) O que está em questão é o uso da causalidade “ingênua” que presume que o efeito cessaria se as causas fossem ou pudessem ser removidas.

E a esta impressão, do complicado mais que complexo, agrega-se a certeza de que a descrição é pobre diante da complexidade pressentida.

Mas então se admite, conforme afirma CAPRA (2000, p. 49-50), que

O que torna possível converter a abordagem sistêmica numa ciência é a descoberta de que há conhecimento aproximado. ... O velho paradigma baseia-se na certeza do conhecimento científico. No novo paradigma, é reconhecido que todas as concepções e todas as teorias científicas são limitadas e aproximadas. A ciência nunca pode fornecer uma compreensão completa e definitiva. (...) Na ciência, sempre lidamos com descrições limitadas e aproximadas da realidade. Isso pode parecer frustrante, mas, para pensadores sistêmicos, o fato de que podemos obter um conhecimento aproximado a respeito de uma teia infinita de padrões interconexos é uma fonte de confiança e de força. Louis Pasteur disse isso de uma bela maneira: ‘A ciência avança por meio de respostas provisórias até uma série de questões cada vez mais sutis, que se aprofundam cada vez mais na essência dos fenômenos naturais.

Descrições limitadas, muito limitadas... E, por um lado, “o todo é mais que a soma das partes”; por outro lado (ou diria, do mesmo lado?), não podemos esquecer as partes em nome do todo, não podemos cair no sistemismo, nem tornar o complexo, simples.

Finalmente, assim como iniciei, termino¹¹⁷ essa tese também com MORIN (1983, p. 34), em outra obra:

A desrazão coabita com a razão no coração da Universidade e dos Institutos Científicos. Por isso digamos: a razão e a desrazão são as coisas do mundo melhor distribuídas; o bom senso e o mau senso são as coisas do mundo melhor distribuídas. Não há corte epistemológico radical. Não há uma ciência pura, não há um pensamento puro, não há uma lógica pura. A vida alimenta-se das impurezas, ou melhor, a realização e o desenvolvimento da ciência, da lógica, do pensamento têm necessidade destas impurezas.

E é neste sentido, creio, que podemos colocar-nos o problema da complexidade, isto é, da dificuldade de permanecermos no interior de conceitos claros, distintos, fáceis, para concebermos a ciência, para concebermos o conhecimento, para concebermos o mundo em que estamos, para nos concebermos a nós na relação com este mundo, para nos concebermos a nós na nossa relação com os outros e para nos concebermos a nós na nossa relação com nós mesmos que é, afinal, a mais difícil de todas.

Muito obrigado.

¹¹⁷ Escrever textos científicos e acadêmicos no impessoal, na terceira pessoa, transparece uma imparcialidade inexistente, uma “imutabilidade da verdade científica” que elimina posicionamentos pessoais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS divulga novas estatísticas da suinocultura. *Porkworld*, Campinas, ano 2, n. 13, mai-jun. 2003. p. 18.

ASMUS, M. L.; KALIKOSKI, D. C. **Modelagem ecológica quantitativa**: primitivos necessários à aplicação em estudos ambientais. Endereço eletrônico:

<<http://www.sf.dfis.furg.br/mea/remea/anais3/artigo12.htm>>. Acesso em: 8 jul. 2003.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES.

Políticas operacionais do sistema BNDES: programa de expansão da suinocultura e tratamento de seus dejetos em Santa Catarina. Rio de Janeiro: BNDES, 1994. 6 p.

BARRIUSO, E.; CALVET, R.; SCHIAVON, M.; SOULAS, G. Les pesticides et lês polluants organiques des sols: transformation et dissipation. *Étude et gestion des sols*, v. 3, n. 4, 1996. p. 279-296. (Número spécial).

BELLAVER, C.; GOMES, P. C.; SOBESTIANSKY, J.; FIALHO, E. T.; BRITO, M. A. V. P.; FREITAS, A. R. de; PROTAS, J. F. **O cobre como promotor do crescimento em suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1981. 3 p. (EMBRAPA-CNPSA. Comunicado técnico, 31).

BEROUTCHACHVILI, N., BERTRAND, G. Le géosystème ou "système territorial naturel". *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, v. 49, n. 2, p. 167-180. avr. 1978.

BERTALANFFY, L. Von. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973. 351 p. (Col. Teoria de Sistemas, 2).

BOLOS, M. de. **Manual de ciência del paisaje**: teoria, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson, 1992. 273 p.

BORTOLUZZI, I. P. Estudos sobre interações entre a água e o material em suspensão, na bacia do rio Tubarão e Complexo Lagunar/SC – Brasil. Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela, 2003. (Tese de Doutorado).

BRAÇO DO NORTE. **Braço do Norte : sua terra, sua gente**. Braço do Norte : Prefeitura Municipal, 1997.

BRANCO, S. M. **Eossistêmica**; uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. 141 p.

BRASIL, D. M. **Apontamentos sobre o valor do prejuízo ecológico. Alguns parâmetros da suinocultura em Braço do Norte**. Florianópolis: CFH-UFSC, 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia). 222p.

BRASIL, D. M.; HADLICH, G. M. **Condições sócio-econômicas e ambientais da área rural da bacia hidrográfica do rio Bonito-Coruja, Braço do Norte, SC**. Tubarão, Florianópolis: UNISUL/GRUPERH, UFSC, 2002 (Relatório interno, não publicado).

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. Publicada no Diário Oficial da União de 30 de julho de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 30 jul.2001.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Publicada no Diário Oficial da União de 9 de janeiro de 1997, seção I, p. 470-474.

BUCKLEY, W. **A sociologia e a moderna teoria dos sistemas**. São Paulo: Cultrix, Editora da USP, 1971. 307 p.

CAPRA, F. **A teia da vida**. 9 ed. São Paulo: Editora Cultrix, 2000. 256 p.

CARMOUZE, J-P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos**: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. São Paulo: Editora Edgard Blücher, FAPESP, 1994. 254 p.

CHRISTMANN, A. Manejo dos estercos e dejetos animais. In : SANTA CATARINA. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**: projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 348 p. p. 251-269.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Ed. Edgar Blücher Ltda., 1999. 236 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. 106 p.

COPPENET, M.; GOLVEN, J. **Enquête lisier-sol-plante** : bilan de dix années de suivi dans une soixantaine d'exploitations intensives du Finistère. Quimper: Chambre d'Agriculture du Finistère et Station d'Agronomie de Quimper, 1984. 33 p.

COPPENET, M.; GOLVEN, J.; SIMON, J. C.; LE CORRE, L.; LE ROY, M. Evolution chimique des sols en exploitations d'élevage intensif: exemple du Finistère. **Agronomie**, v. 13, p. 77-83. 1993.

CORRÊA, R. L. **Região e organização espacial**. São Paulo: Editora Ática, 1986. 93 p.

DIESCH, S. L. Disease transmission of water-borne organisms of animal origin. In: WILLRICH, T. L.; SMITH, G. E. (ed.) **Agricultural practices and water quality**. Ames, Iowa : The Iowa State University Press, 1970. 415 p., p. 265-285.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis**: treinamentos 2002. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. 112 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DE EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA - EPAGRI. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos**. Florianópolis : EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA, 1995. 106 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DE EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA - EPAGRI. Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais - CIRAM. **Inventário das terras da sub-bacia hidrográfica do rio Coruja / Bonito**. Florianópolis : EPAGRI – CIRAM, 2000. 112 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DE EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA - EPAGRI. Estação Experimental de Urussanga. **Monitoramento de recursos hídricos em microbacias hidrográficas do sul de Santa Catarina** : qualidade da água e hidrologia. Rio Gabiroba, São Martinho; rio Molha, Urussanga; rio Turvo, Turvo. Urussanga : EPAGRI, 1999. 23 p. (relatório interno).

ENTREVISTA com o professor Georges Bertrand. *Geosul*, Florianópolis, v. 13, n. 26, p. 144-160, jul/dez 1998.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. INSTITUTO EUVALDO LODI. **Suinocultura e avicultura em Santa Catarina**. Florianópolis: FIESC/IEL, 1999. (Documento integrante do projeto Pégaso; elaborado por Elfride Anrain Lindner).

FERNANDES, C. O. M.; OLIVEIRA, P. A. V. de. Armazenagem de dejetos suínos. In: EPAGRI. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos**. Florianópolis : EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA, 1995. 106 p., p. 35-66.

FIGUEIRÓ, A. S. **Aplicação do zoneamento ambiental no estudo da paisagem: uma proposta metodológica**. Florianópolis: UFSC, 1997. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

FLORIT, L. F. **Agricultores familiares frente aos dilemas da sustentabilidade** : o caso da construção social da poluição hídrica na microbacia do Lageado São José. Florianópolis : UFSC, 1998. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

FLORIT, L. F. Objetivos ambientais vs. Objetivos econômicos e sociais: paradoxos das políticas de sustentabilidade em Santa Catarina. **Revista de estudos ambientais**, v. 1, n. 3, p. 14-24, set/dez 1999.

GARCIA, R. Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos. In: LEFF, H. (coord.) **Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo**. 2. ed. (revisada). S.l.: siglo veintiuno editores, 2000. p. 381-409.

GIOMETTI, A. B. dos R. **Diagnóstico e prognóstico ambiental como subsídio para a gestão da bacia do Ribeirão dos Pinheiros ou da Cachoeira – SP**. Rio Claro: IGCE-Cp. De Rio Claro-UNESP, 1998. Tese (Doutorado em Análise da Informação Espacial). 341 p.

GIROTTO, A. F. Milho e dólar prejudicam desempenho. Concórdia, EMBRAPA *Informativo do CNPSA*, ano X, n. 31, dez/2002. p. 5.

GIROTTO, A. F. Suinocultura começa a sair da crise. Concórdia, EMBRAPA *Informativo do CNPSA*, ano XI, n. 32, ago/2003. p. 6.

GONÇALVES, C. W. P. **Água não se nega a ninguém (a necessidade de ouvir outras vozes)**. [Artigo em preparação].

- GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1989. 148 p. (Coleção temas atuais).
- GONÇALVES, C. W. P. Possibilidades e limites da ciência e da técnica diante da questão ambiental. Florianópolis, *Geosul*, v. 3, n. 5, 1º semestre 1998. p. 7-40.
- GONDOLO, G. C. F. **Desafios de um sistema complexo à gestão ambiental: bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, Annablume, 1999.
- GONZÁLEZ, L. **La utilización del enfoque geosistémico en la investigación geográfica del medio ambiente cubano**. La Habana: Editorial Academia, 1991. 25 p.
- GOSMANN, H. A. **Estudos comparativos com bioestequeira e esterqueira para armazenamento e valorização dos dejetos de suínos**. Florianópolis: UFSC – Centro Tecnológico, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). 127 p.
- GUERRA, A. T. **Dicionário geológico – geomorfológico**. 4. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 446 p.
- GUIVANT, J. S. Conflitos e negociações nas políticas de controle ambiental: o caso da suinocultura em Santa Catarina. **Ambiente & Sociedade**, v. 1, n. 2, p. 101-123. 1998.
- HADLICH, G. M. **Transferts de métaux lourds dans le sol : première approche dans le sous-bassin du Kerouallon, Finistère**. Rennes : ENSAR, 1993. 51 p. + annexes. (Mémoire de fin d'études).
- HART, R. D. **Agroecosistemas: conceptos basicos**. Turrialba: CATIE, 1979. 211 p.
- HEMKEMEIER, M.; MICHELS, M. L.; COSTA, D. M. Caracterização de efluentes da suinocultura de dois municípios da região da AMUREL (Associação dos Municípios da Região de Laguna/SC). ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL (IX, Londrina, 7-9 nov 2001). In: **Livro de resumos**. Londrina: Sociedade Brasileira de Química – Regional Paraná, 2001. p. QA-042.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário 1995-1996**: número 21 Santa Catarina. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. 2000. Endereço eletrônico: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: mar-jul. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS. Cartas planialtimétricas, escala 1:50.000. Folhas Tubarão (SH-22-X-B-1-4 MI-2924-4) e Grão Pará (SH-22-X-B-1-2). Rio de Janeiro: IBGE, 1976 (primeira edição).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Agropecuária Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 9 nov. 2003.

INSTITUTO CEPA/SC. **Diagnóstico e proposição para a suinocultura catarinense.** Florianópolis, 1976, n. p.

INSTITUTO CEPA/SC. **Diagnóstico rural da região sul catarinense:** análise do sistema de produção, abastecimento e consumo – suinocultura. Florianópolis, 1988. v.13, 46 p.

INSTITUTO CEPA/SC. **Plano estadual de incentivo à avicultura e suinocultura.** Florianópolis, 1979. 22 p.

LACAZ, C. S. da; BARUZZI, R. G.; SIQUEIRA JR., W. **Introdução à geografia médica do Brasil.** São Paulo : Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1972. 568 p.

MACEDO, R. K. de. Equívocos e propostas para a avaliação ambiental. In: TAUKE, S. M. (ed.) **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.** São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista, FAPESP, SRT, FUNDUNESP, 1991. p. 11-26.

MACHADO, P. J. de O. Recursos hídricos: uso e planejamento. Geosul, Florianópolis, v.16, n.31, p. 103-115, jan/jun. 2001.

MARTINI, L. C. P. **Medidas compensatórias aplicáveis à questão da poluição hídrica de origem agrícola.** Porto Alegre : IPH/UFRGS, 2000. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

MICHAELIS: moderno dicionário da língua portuguesa. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998. (Dicionário Michaelis).

MINNER, J. R.; WILLRICH, T. L. Livestock operations and field-spread manure as source of pollutants. In: WILLRICH, T. L.; SMITH, G. E. (ed.) **Agricultural practices and water quality.** Ames, Iowa : The Iowa State University Press, 1970. 415 p., p. 231-240.

- MIRANDA, C. R. de; ZARDO, A. O.; GOSMANN, H. A. **Uso de dejetos de suínos na agricultura**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2000. (EMBRAPA-CNPSA. Instrução técnica para sunocultor, 11). <http://www.suino.com.br/embrapa/011.htm>
- MONOD, Jacques. **O acaso e a necessidade**. 3 ed. Petrópolis: Ed. Vozes, 1976. 219 p.
- MONTEIRO, C. A. de F. **Os geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente**. Revista de Ciências Humanas, Florianópolis, v.14, n.19, p. 67-101. 1996.
- MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. 2. ed., São Paulo: Contexto, 2001. 127 p.
- MORAES, A. C. R. **O lixo e as águas**. Santa Maria, *Ciência e Ambiente*, n. 18, jan/jun 1999. p. 21-22.
- MORIN, E. **O método: 2. a vida da vida**. 2. ed., Sintra: Publicações Europa-América, 1989. 437 p.
- MORIN, E. **O método: a natureza da natureza**. Mem Martins: Publicações Europa-América, 1977. 363 p.
- MORIN, E. **O problema epistemológico da complexidade**. Mem Martins: Publicações Europa-América, 1983. 135 p.
- NARDELLI, A. M. B.; GRIFFITH, J. J. **Abordagem sistêmica para diagnóstico de desafios ambientais**. Endereço eletrônico: <<http://www.geocities.com/Vienna/2809/lolistic.htm>> Acesso em: 14 ago. 2001.
- OLIVEIRA, P. A. V. de. (coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).
- OLIVEIRA, P. A. V. Manejo da água – influência no volume de dejetos produzidos. In : EPAGRI. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos**. Florianópolis : EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA, 1995. 106 p., p. 29-33.
- PEDROSO-DE-PAIVA, D. P. de. Moscas e seu controle integrado na suinocultura. In : EPAGRI. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos**. Florianópolis : EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA, 1995. 106 p., p. 23-28.

PEDROSO-DE-PAIVA, D. Controle integrado de moscas. In : SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S. da; SESTI, L. A. C. (ed.). **Suinocultura intensiva** : produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília : EMBRAPA-SPI; Concórdia : EMBRAPA – CNPSa, 1998. 388 p., p.375-381.

PEDROSO-DE-PAIVA, D.; BRANCO, E. P. **O borrhudo**: noções básicas de biologia e controle. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 48 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica 23).

PENTEADO-ORELLANA, M. M. Metodologia integrada no estudo do meio ambiente. **Geografia**, Rio Claro, v. 10, n. 20, p. 125-148, out. 1985.

PERDOMO, C. C. **Sugestões para o manejo, tratamento e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2000. (EMBRAPA-CNPSA. Instrução técnica para suinocultor, 12). Endereço eletrônico: <<http://www.suino.com.br/embrapa/012.htm>> Acesso em: mar.2003.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. de. Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente. In : SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S. da; SESTI, L. A. C. (ed.). **Suinocultura intensiva** : produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília : EMBRAPA-SPI ; Concórdia : EMBRAPA – CNPSa, 1998. 388 p., p. 221-235.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. de; KUNZ, A. **Metodologia sugerida para estimar o volume e a carga de poluentes gerados em uma granja de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2003. (Comunicado Técnico, 332).

PIREN- CNRS. **Les nitrates dans les vallées fluviales**. Paris : CNRS, 1991. 51 p.

POCHON, A. **Du champ à la source** : retrouver l'eau pure. Trégueux : CEDAPA, 1991. 158 p.

POSSAS, H. P. **Análise da gestão de bacias hidrográficas e a implantação do gerenciamento na bacia hidrográfica do rio Araranguá**. Florianópolis: UFSC, CFH, Depto. de Geociências, 2001. (Projeto de Qualificação de Doutorado).

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança**: metamorfose da ciência. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1991. 247 p.

- PUNDEK, M. Utilização prática da equação universal de perdas de solo para as condições de Santa Catarina. In: SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água** : projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2. ed. rev., atual., e ampl. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 384 p., p. 99-129.
- RICOU, G. Pollutions agricoles : l'exemple français. In: BEAUD, M., BEAUD, C., BOUGUERRA, M. L. **L`etat de l`environnement dans le monde**. Paris : La Découverte, 1993. 438 p., p. 105-109.
- RIORDAN, M. Crise na suinocultura: explicação e cura. Campinas, *Porkworld*, ano 2, n. 8, set-out/2002. p. 24-26.
- ROCHE, M. **Hydrologie de surface**. Paris : Gauthier-Villars Éditeur, 1963. 400 p.
- ROPPA, L. 2003: um primeiro trimestre de preços baixos na suinocultura mundial. Campinas, *Porkworld*, ano 2, n. 13, mai-jun/2003. p. 102-103. (2003a)
- ROPPA, L. A suinocultura na América Latina. Campinas, *Porkworld*, ano 2, n. 8, set-out/2002. p. 16-22.
- ROPPA, L. Os novos números da suinocultura brasileira. Campinas, *Porkworld*, ano 2, n. 13, mai-jun/2003. p. 20-31. (2003b)
- ROSA, R. **O uso de SIG's para o zoneamento: uma abordagem metodológica**. 2 vol. São Paulo: USP, 1995. 214 p. (vol. 1). Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, 1995.
- SANTA CATARINA, AMUREL – ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DE LAGUNA. **Plano básico de desenvolvimento ecológico-econômico**. Florianópolis : SDM - AMUREL, 1998 ?.
- SANTA CATARINA, UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA. **Diagnóstico dos recursos hídricos e organização dos agentes da bacia hidrográfica do rio Tubarão – SC**. (8 volumes). Tubarão : UNISUL, 1998.168 p.
- SANTA CATARINA. Leis, Decretos, etc. **Legislação sobre recursos hídricos**. Florianópolis: Governo do Estado; Tubarão: Ed. Universitária da UNISUL, 1998. 96 p.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas.** 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 348 p.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Resumo do projeto controle da degradação ambiental decorrente da suinocultura em Santa Catarina.** Florianópolis: SDM – Embrapa Suínos e Aves – DAS – EPAGRI – FATMA, 2002. (Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II).

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias hidrográficas de Santa Catarina: diagnóstico geral.** Florianópolis: Governo do Estado, 1997. 163 p.

SANTOS, M. **A natureza do espaço : técnica e tempo, razão e emoção.** 2 ed. São Paulo : Editora Hucitec, 1997a. 308 p.

SANTOS, M. **Espaço e método.** 4. ed., São Paulo: Nobel, 1997b. 88 p. (Coleção Espaços)

SCHEIBE, L. F. **O município como geossistema: uma visão integradora.** Florianópolis: Geosul, v.12, n.23, p. 46-55. 1997.

SEGANFREDO, M. A. **A aplicação do princípio do balanço de nutrientes no palnejamento do uso de dejetos de animais para adubação orgânica.** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001. 5 p. (EMBRAPA Suínos e Aves. Comunicado técnico, 291).

SEGANFREDO, M. A. **Análise dos riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo no solo.** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2000. 3 p. (EMBRAPA Suínos e Aves. Comunicado técnico, 268).

SEIFFERT, N. F. **Caracterização do poder poluente de resíduos gerados pela criação de suínos.** Chapecó : EMBRAPA – CNPSA, s.d., 29 p. (relatório interno).

SEIFFERT, N. F.; PERDOMO, C. C. **Aptidão de solos da bacia hidrográfica do rio do Peixe para aporte de fertilizantes orgânicos.** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 1998. 3 p. (EMBRAPA Suínos e Aves. Comunicado técnico, 230).

SENGE, P. **A quinta disciplina: arte e prática da organização de aprendizagem.** 8. ed., rev. ampl. São Paulo: Best Seller, 2001. 443 p.

SENGE, P.; ROSS, R.; ROBERTS, C.; SMITH, B. **A quinta disciplina: caderno de campo.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999. 543 p.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S. da; SESTI, L. A. C. (ed.).
Suinocultura intensiva : produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília : EMBRAPA-SPI ;
Concórdia : EMBRAPA – CNPSa, 1998. 388 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Regional Sul - Comissão de Fertilidade do Solo. **Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 3. ed. Santa Maria: SBCS, 1997. 223 p.

TRICART, J. J. L. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977. 91 p. (Série Recursos Naturais e Meio Ambiente).

UBERTI, A. A. A.; BACIC, I. L. Z.; PANICHI, J. de A. V.; LAUS NETO, J. A.; MOSER, J. M.; PUNDEK, M.; CARRIÃO, S. L. **Metodologia para classificação da aptidão de uso das terras do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis : EMPASC/ACARESC, 1991. 19 p. (EMPASC. Documentos, 119).

VEIGA, M. da; BASSI, L.; ROSSO, A. de. Degradação do solo e da água. In : SANTA CATARINA. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas.** 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 348 p. p. 97.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo : McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

VOTTO, A. G. **Zoneamento da poluição hídrica causada por dejetos de suínos no extremo oeste de Santa Catarina.** Florianópolis : UFSC, 1999. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

WHYTE, A. V. T. **La perception de l'environnement: lignes directrices méthodologiques pour les études sur le terrain.** Paris : Organisation des Nations Unies – UNESCO, 1978. 134 p.

WIENER, N. **Cibernética e sociedade**. 4 ed. São Paulo: Cultrix, 1973, 190 p.

WILLRICH, T. L.; SMITH, G. E. (ed.) **Agricultural practices and water quality**. Ames, Iowa : The Iowa State University Press, 1970. 415 p.

ANEXO 1

**CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS E AMBIENTAIS DA
ÁREA RURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
BONITO-CORUJA, BRAÇO DO NORTE, SC.**

RELATÓRIO

Econ. Débora Brasil

Universidade Federal de Santa Catarina/Programa de Pós-Graduação em Geografia -
UFSC/PPGG

Eng. Agr. Gisele Mara Hadlich

UFSC/PPGG

Universidade do Sul de Santa Catarina/Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos -
UNISUL/GRUPERH

Março, 2002.

| |
|----------------|
| SUMÁRIO |
|----------------|

| | |
|--|-----------|
| 1. APRESENTAÇÃO | 3 |
| 2. METODOLOGIA..... | 5 |
| 3. RESULTADOS | 7 |
| 1. Identificação | 7 |
| 2. Dados sócio-econômicos | 8 |
| 2.1 Área total das propriedades (ha)..... | 8 |
| 2.2 Atividade principal | 9 |
| 2.3 Área total e principal fonte de renda | 10 |
| 2.2 Renda familiar total | 11 |
| 2.3 Escolaridade..... | 12 |
| 2.4 Empregos | 13 |
| 3. Atividades agrícolas e agropecuárias | 13 |
| 3.1 Atividades pecuárias..... | 14 |
| 3.2 Agricultura..... | 19 |
| 3.3 Utilização das terras..... | 20 |
| 3.4 Agrotóxicos | 21 |
| 4. Condições sanitárias | 23 |
| 4.1 Abastecimento de água..... | 23 |
| 4.2 Água e destinos residenciais..... | 26 |
| 4.3 Borrachudo | 27 |
| 4.4 Lixo doméstico | 28 |
| 5. Saúde | 29 |
| 5.1 Doenças ou sintomas na família (no último ano) | 29 |
| 5.2 Atendimento à saúde | 30 |
| 5.4 Uso de plantas medicinais | 30 |
| CONCLUSÕES..... | 33 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 36 |
| AGRADECIMENTOS | 37 |

1. APRESENTAÇÃO

Este relatório corresponde a uma síntese das informações levantadas a partir de um questionário aplicado em domicílios na bacia hidrográfica do rio Bonito-Coruja, área objeto de estudo de dois trabalhos de pós-graduação em Geografia (nível mestrado e doutorado) que estão sendo desenvolvidos na Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Além disso, é área de interesse de estudos sobre qualidade da água, desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

Braço do Norte, com 194,2 km², possuía, em 1996, uma população de 20 mil habitantes, sendo que 28% habitavam no meio rural (IBGE, 2000).

Foi escolhida a bacia do rio Bonito-Corujas para este estudo devido à sua importância no quadro agropecuário municipal, e devido à existência de trabalho recente realizado na bacia pela EPAGRI, intitulado “Inventário das terras da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Coruja/Bonito” (EPAGRI - CIRAM, 2000).

A figura 1 apresenta a localização da bacia.

A área total da bacia é de 52 km², a altitude máxima é 540 m e a mínima 40 m. Situa-se, na região sudoeste-leste do município de Braço do Norte (IBGE, 1976). As nascentes do rio Bonito-Coruja situam-se próximo à comunidade de Pinheiral, e o rio segue atravessando grande faixa da área rural do município; próximo à foz, atravessa o perímetro urbano.

Na bacia do Rio Bonito-Coruja, o rio é encaixado, o vale em V e a maior parte das encostas é íngreme, com limitações de uso agrícola devido à declividade acentuada. As declividades são maiores na parte média, principalmente na comunidade de Santa Antônio. Próximo às nascentes, na comunidade de Pinheiral, assim como no Baixo Pinheiral e próximo à área urbana (comunidade de Rio Bonito), as declividades são menores.

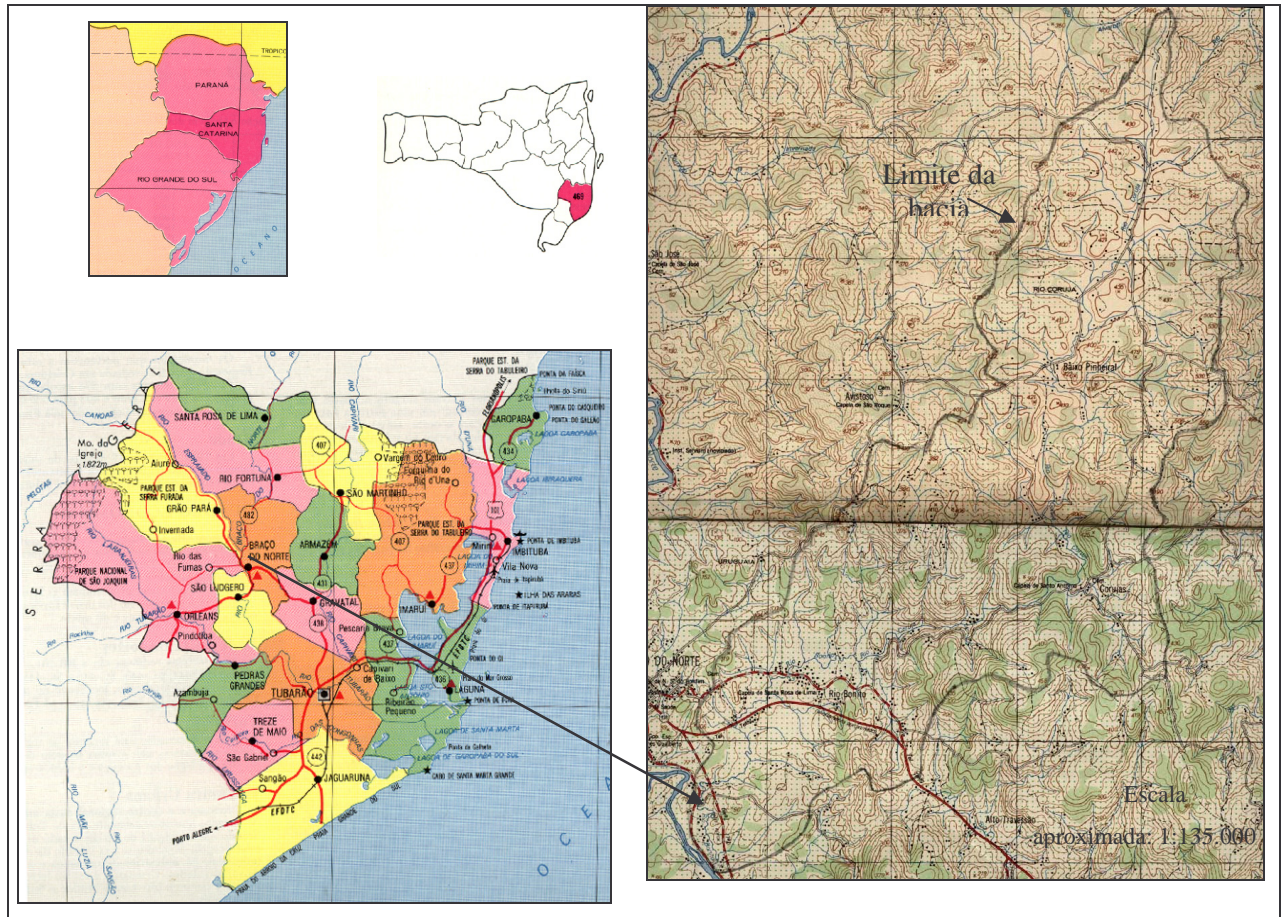


FIGURA 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Bonito-Coruja na microregião geográfica de Tubarão, sul de Santa Catarina.

Este trabalho teve por objetivo **levantar as condições sociais, econômicas, de saúde e ambientais da área rural da bacia do rio Bonito-Coruja.**¹¹⁸

Os limites da área rural foram estabelecidos na Lei Municipal nº 1.586, de 24 de abril de 2000 (BRAÇO DO NORTE, 2000). A área rural da bacia envolve as comunidades de Pinheiral, Baixo Pinheiral, Corujas/Santo Antônio, e parte do Rio Bonito, e ocupa cerca de $\frac{3}{4}$ da área total da bacia, nas faixas montante e central. A área urbana ocupa somente a parte jusante da bacia.

¹¹⁸ Pequena parte da área rural ficou de fora do levantamento, na comunidade de Rio Bonito, na parte jusante da rodovia SC 438.

2. METODOLOGIA

Seguem os passos na metodologia utilizada.

2.1 Definição do questionário

Para montar e definir o questionário a ser aplicado, foram pesquisados dados do IBGE (IBGE, 1996) e do trabalho realizado pela EPAGRI (EPAGRI-CIRAM, 2000) para conhecer as condições gerais do município e/ou da bacia. Além disso, buscou-se conversar com técnicos do Escritório Local da EPAGRI de Braço do Norte, com moradores locais e com professores orientadores dos trabalhos de pós-graduação em Geografia, a fim de identificar a propriedade das questões colocadas.

As questões elaboradas visaram tratar dos mais diversos aspectos ambientais, incluindo perguntas, fechadas, sobre condições sócio-econômicos, de produção agrícola e agropecuário, sobre a saúde dos familiares e sobre condições sanitárias locais.

O questionário aplicado segue em anexo.

2.2 Reconhecimento da área

A primeira etapa do levantamento foi o reconhecimento da área rural da bacia, através de viagem no campo, com auxílio de cópia das cartas topográficas do IBGE (folhas Tubarão e Grão Pará).

A área rural foi identificada a partir da legislação vigente, que define a área urbana do município (Lei Municipal nº 1.586; BRAÇO DO NORTE, 2000).

O reconhecimento foi realizado pelas responsáveis pelo trabalho, que orientaram três alunos do curso de Agronomia da Unisul: Fernando Esser, Fernando Ricken e Jânio Schmitz. Os alunos foram selecionados para aplicar o questionário devido ao seu interesse em realizar o trabalho e conhecer melhor a realidade do local, em função do seu bom desempenho no curso de Agronomia, e por morarem próximo à área de estudo (em Braço do Norte ou em Rio Fortuna).

2.3 Aplicação de questionários

Para realizar o levantamento, foram aplicados questionários de casa em casa, um questionário para cada família, em, pelo menos, 90% das propriedades rurais, no período de fevereiro-março de 2001. O questionário foi preenchido pelos alunos, mediante entrevista.

Para todos os respondentes, foi entregue uma carta explicando do que se tratava o trabalho, quais seus objetivos, e contendo o nome dos responsáveis e aplicadores (em anexo). Foi garantido o anonimato dos respondentes que não quiseram se identificar.

2.4 Banco de dados

Terminadas as entrevistas no campo, todos os dados foram repassados para um banco de dados montado em Excel/Microsoft. Foi escolhido esse programa devido à facilidade que apresenta para manipulação dos dados e aos conhecimentos prévios das responsáveis pelo trabalho, que revisaram os dados digitados.

Com o banco de dados em mãos e utilização de ferramentas do programa utilizado, foi possível fazer as análises e sínteses que seguem.

2.5 Reunião com as comunidades

Com os dados preliminares em mãos, foi realizada uma reunião no dia 20 de outubro de 2001, no Salão Paroquial do Pinheiral, após a missa das 19 horas.

A reunião contou com a participação de, aproximadamente, uma centena de pessoas. Nesta reunião os resultados foram apresentados e discutidos.

2.6 Relatório

O relatório foi escrito com base nos resultados obtidos com as entrevistas e analisadas através do banco de dados. Algumas considerações levantadas durante a reunião realizada foram anotadas.

3. RESULTADOS

Os resultados apresentados correspondem a uma síntese dos dados obtidos. Foram aplicados 187 questionários (187 famílias), sendo que 86 foram respondidos pelos próprios proprietários.

1. IDENTIFICAÇÃO

1.1 Número de questionários respondidos e número de habitantes

TABELA 1: Número de questionários respondidos e de habitantes, por comunidade

| Comunidade | Nº questionários | Nº moradores |
|-------------------------|------------------|--------------|
| Alto Pinheiral | 02 | 5 |
| Pinheiral | 62 | 285 |
| Baixo Pinheiral | 54 | 227 |
| Santo Antônio / Corujas | 49 | 214 |
| Rio Bonito | 18 | 62 |
| Avistoso | 02 | 10 |
| Total | 187 | 803 |

Estima-se que foram realizadas entrevistas em, pelo menos, 90% das residências da área rural da bacia.

Os dados serão apresentados em 4 grupos:

1. Alto Pinheiral + Pinheiral = Pinheiral
2. Baixo Pinheiral = Baixo Pinheiral
3. Santo Antônio / Corujas = Santo Antônio
4. Rio Bonito + Avistoso = Rio Bonito

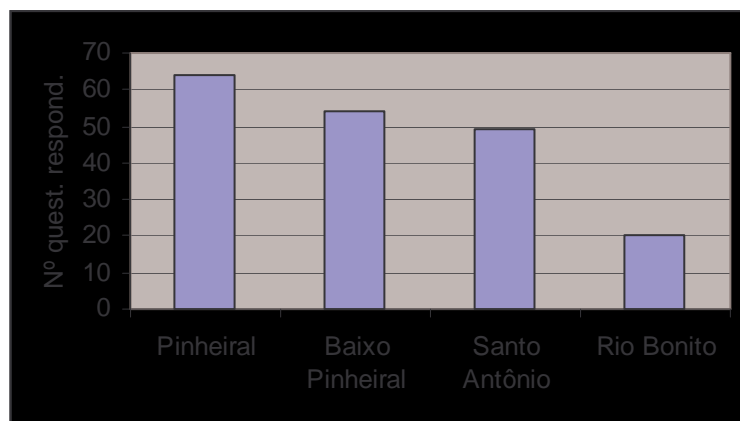


FIGURA 2: Número de questionários respondidos em cada comunidade (segundo agrupamento acima)

Algumas questões não foram respondidas por todos os entrevistados, por isso os dados apresentados em números absolutos (não em porcentagem) nem sempre totalizam 187 respostas.

Para obter uma visão relativa das características de cada comunidade, muitos dos dados e gráficos são apresentados em porcentagem.

2. DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS

2.1 Área total das propriedades (ha)

TABELA 2: Número de propriedades por tamanho da propriedade, em cada comunidade e na área total estudada.

| Comunidade | Área (ha) | | | | | | | Total* |
|-----------------|-----------|-------|-------|--------|---------|---------|----------|--------|
| | < 1 | 1 a 2 | 2 a 5 | 5 a 10 | 10 a 20 | 20 a 50 | 50 a 100 | |
| Rio Bonito | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 1 | 20 |
| Santo Antônio | 5 | 0 | 5 | 4 | 10 | 20 | 2 | 46 |
| Baixo Pinheiral | 7 | 2 | 8 | 12 | 13 | 8 | 0 | 50 |
| Pinheiral | 7 | 5 | 13 | 9 | 8 | 19 | 3 | 64 |
| Total | 23 | 8 | 28 | 28 | 36 | 51 | 6 | 180 |

* Total de questionários respondidos nesta questão

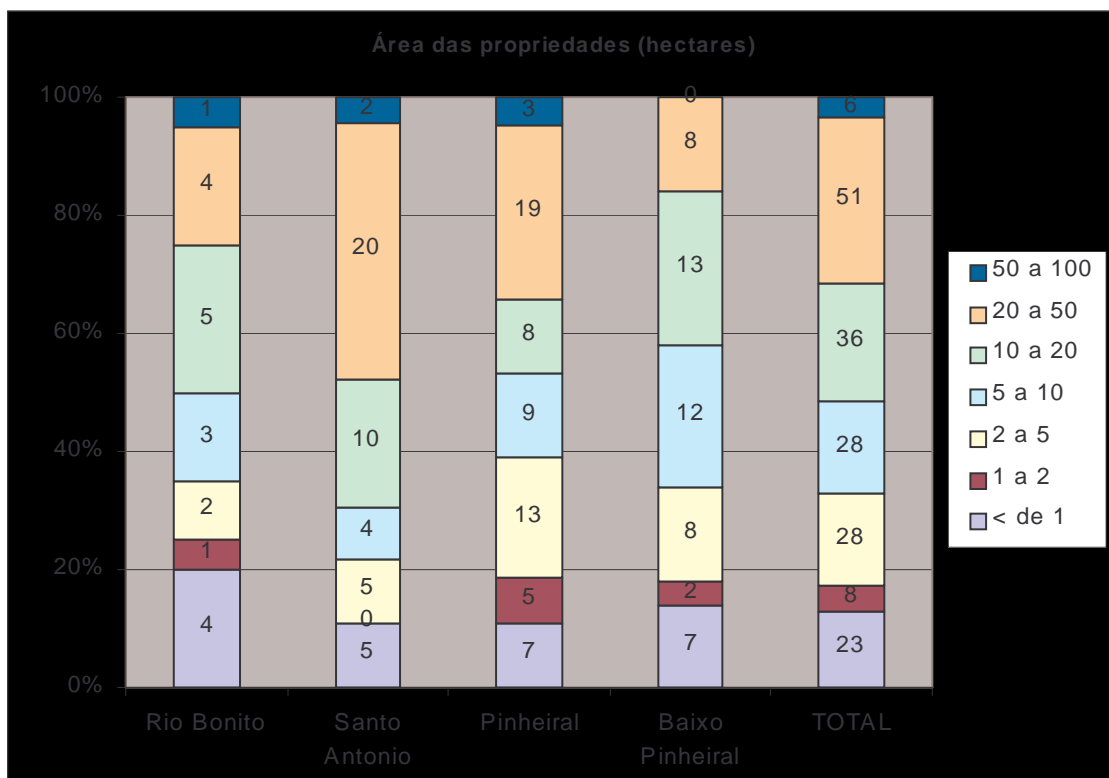


FIGURA 3: Área das propriedades nas comunidades e na bacia. O número nas colunas indica o número de propriedades com a área especificada pela cor (legenda).

Observa-se que cerca de 70% das propriedades possuem menos de 20 ha, sendo que aproximadamente 50% possuem menos de 10 hectares, menos que o módulo fiscal que é de 14 ha.

2.2 Atividade principal

No total, 56 propriedades possuem a pecuária como fonte de renda principal. Ocorre, no entanto, uma diferenciação geográfica da fonte, pois apenas no Rio Bonito, a pecuária não é a principal fonte de renda das propriedades. Nesta comunidade, que se situa próximo ao centro urbano do município (parte da comunidade pertence à área urbana), o trabalho assalariado e ‘outras’ atividades são as principais fontes de renda.

O trabalho assalariado, certamente vinculado à agropecuária e em abatedouros, sobressai-se na comunidade de Santo Antônio, onde mais famílias têm, nesse trabalho, sua principal fonte de renda, em comparação com a agricultura.

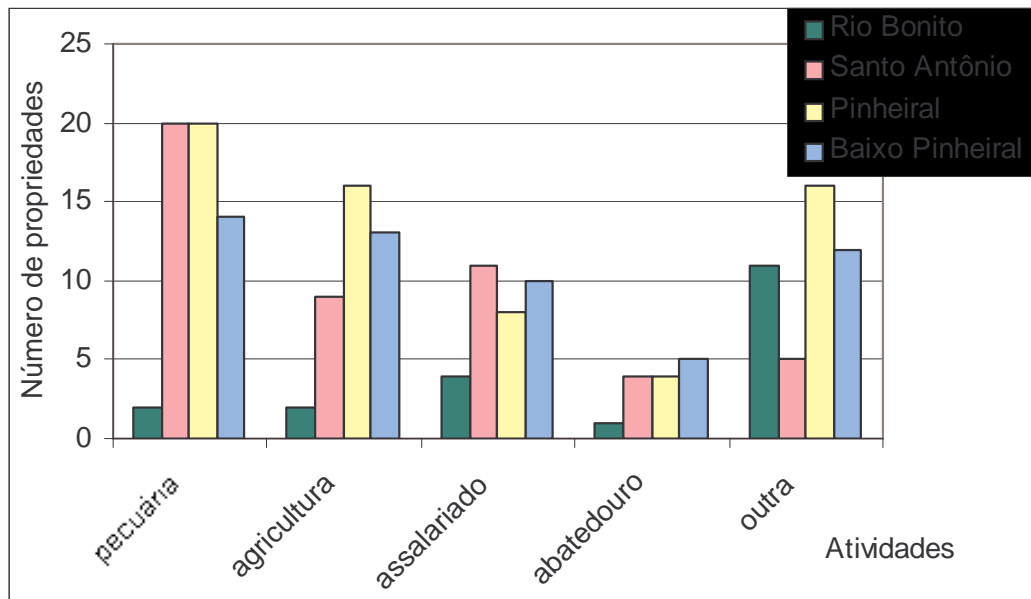


FIGURA 4: Principais atividades desenvolvidas nas comunidades – área rural.

Totalizando as famílias segundo fonte de renda principal, a agricultura destaca-se em 40 propriedades, principalmente no Pinheiral e Baixo Pinheiral.

2.3 Área total e principal fonte de renda

Cento e oitenta entrevistados responderam a esta questão. A tabela que segue associa atividade (principal fonte de renda) e tamanho da propriedade.

Como era de se esperar, a agricultura e a pecuária são as principais fontes de renda em 52,8% das propriedades, ou seja, é a principal fonte de renda em 99 das 140 propriedades que possuem atividade agrícola ou agropecuária.

A agricultura, como principal fonte de renda, predomina nas propriedades de 5 a 50 hectares, enquanto a pecuária predomina em área de 10 a 50 hectares, e em 4 das 6 propriedades com área entre 50 e 100 hectares.

Já nas propriedades com área inferior a 10 hectares, incluindo aquelas com menos de 1 hectare, a principal fonte de renda é o trabalho assalariado, sobretudo em frigoríficos ou granjas locais, ou “outro”. Este item “outro” compreende principalmente aposentados, autônomos (pedreiros, domésticas), e pessoas que trabalham no setor terciário.

TABELA 3: Número de propriedades segundo a principal fonte de renda e a área da propriedade

| Área total (ha) | Principal fonte de renda (atividade) | | | | | Total | | |
|-----------------|--------------------------------------|----------|------------|-------------|-------|-------|------|-----|
| | Agricultura | Pecuária | Abatedouro | Assalariado | Outro | Nº | % | |
| < 1 | 0 | 1 | 3 | 12 | 7 | 23 | 12,8 | |
| 1 a <2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 8 | 4,4 | |
| 2 a <5 | 5 | 0 | 4 | 4 | 15 | 28 | 15,6 | |
| 5 a <10 | 11 | 6 | 3 | 3 | 5 | 28 | 15,6 | |
| 10 a <20 | 11 | 14 | 1 | 5 | 5 | 36 | 20 | |
| 20 a < 50 | 14 | 29 | 1 | 1 | 6 | 51 | 28,3 | |
| 50 a < 100 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 6 | 3,3 | |
| Total | Nº | 41 | 54 | 14 | 28 | 43 | 180 | 100 |
| | % | 22,8 | 30,0 | 7,8 | 15,5 | 23,9 | 100 | |

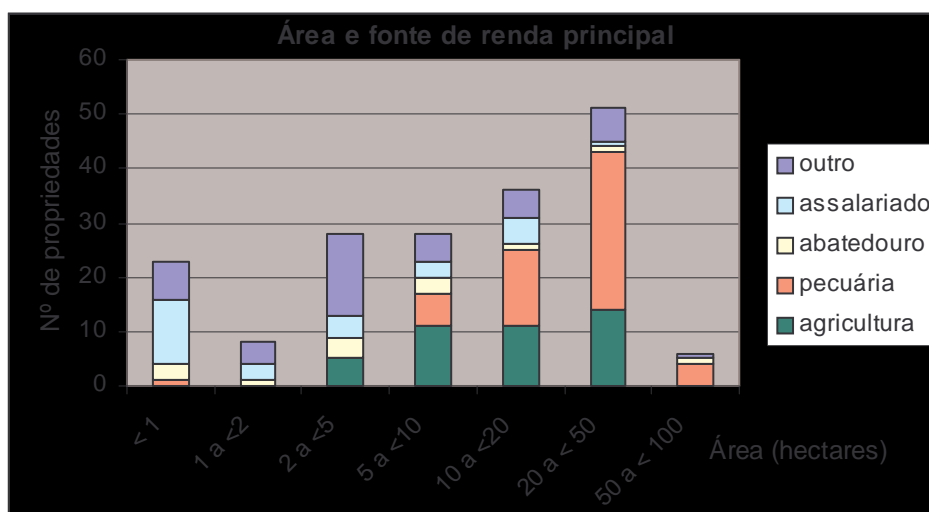


FIGURA 5: Número de propriedades segundo área e fonte de renda principal

2.2 Renda familiar total

A renda familiar total foi declarada em 176 entrevistas.

Cabe salientar que, na época em que foram realizadas as entrevistas, o salário mínimo correspondia a R\$150,00. Portanto, menos de R\$150,00 correspondia a menos de 1 salário mínimo, R\$150,00-300,00 a 2 salários mínimos, e assim por diante.

Analisando os dados proporcionais, 25% das propriedades têm renda familiar entre 1 e 2 salários mínimos; 46% entre 2 e 5; e 19,3% entre 5 e 10 salários.

Apesar de muitas pessoas não se sentirem à vontade no que se refere a declarar sua renda, percebe-se tendências.

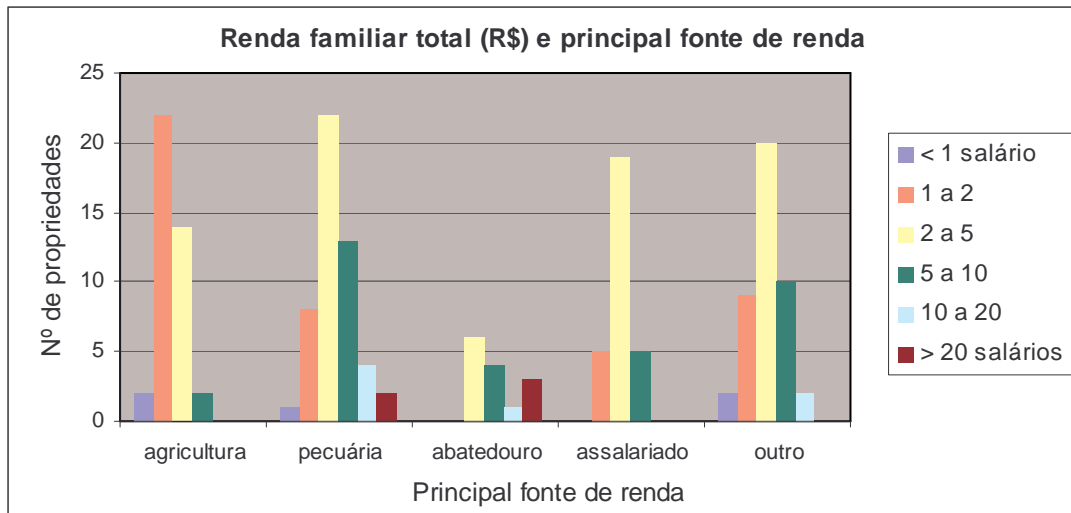


FIGURA 6: Número de propriedades segundo a renda familiar total (em número de salários mínimos – em fev/mar de 2001, o salário era de R\$150,00) e a principal fonte de renda

As rendas mais baixas (menos de 2 salários, o que correspondia a R\$300,00 em fev/mar 2001, época das entrevistas) estão em propriedades onde predomina a agricultura, agricultura + pecuária, ou “outro” (principalmente quem vive da aposentadoria).

As categorias pecuária, abatedouro e outro (destacando-se, neste último, o serviço no setor terciário), concentram-se no rendimento entre 2 e 5 salários. Percebe-se uma renda familiar mais alta de quem trabalha com a pecuária em relação a quem tem como principal fonte de renda unicamente a agricultura.

As maiores rendas estão relacionadas às atividades de pecuária ou abatedouro/frigorífico, e, em seguida, de comércio. Em apenas 6,8% das propriedades foi declarada uma renda mensal familiar superior a 10 salários.

2.3 Escolaridade

O nível de escolaridade abrangeu 835 pessoas.

Não foram feitas questões mais específicas, que permitissem, por exemplo, relacionar a idade das pessoas e seu grau de escolaridade.

No entanto, nota-se que a grande parte dos moradores possui 1º grau incompleto, e que o índice da analfabetismo é elevado, pois atinge 10% da população.

Com os dados coletados, não foi possível constatar uma relação clara entre escolaridade e rendimento familiar. A única observação possível é de que as rendas mais baixas ocorrem em famílias onde predominam pessoas com 1º grau incompleto.

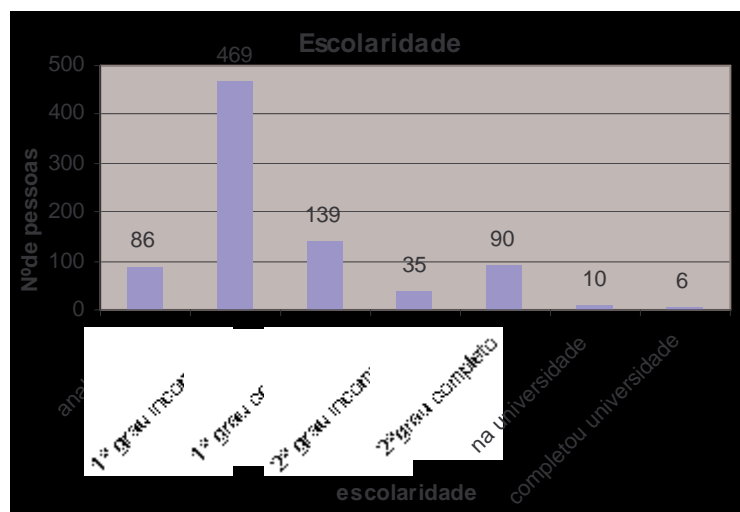


FIGURA 7: Distribuição da população segundo o nível de escolaridade

2.4 Empregos

Das 803 pessoas que moram nas propriedades entrevistadas, 549 pessoas integrantes das famílias trabalham na propriedade; praticamente todas, na atividade agrícola ou agropecuária.

As atividades industrial – abatedouros – e pecuária (suinocultura, principalmente, e bovinocultura de leite) empregam o maior número de pessoas: 117 e 116, respectivamente.

3. ATIVIDADES AGRÍCOLAS E AGROPECUÁRIAS

Das 187 propriedades onde foi realizada a entrevista, 140 têm alguma atividade agrícola ou algum tipo de criação animal, o que representa 3 em cada 4 propriedades. Destas, 97 propriedades possuem três ou mais atividades associadas.

As associações produtivas mais frequentes na bacia são:

- agricultura + bovinocultura mista + aves de fundo de quintal
- agricultura + bovinocultura de leite + aves de fundo de quintal
- bovinocultura de leite + suinocultura + agricultura + aves de fundo de quintal

Apenas dois entrevistados responderam ter apenas agricultura, sem nenhuma outra criação animal.

3.1 Atividades pecuárias

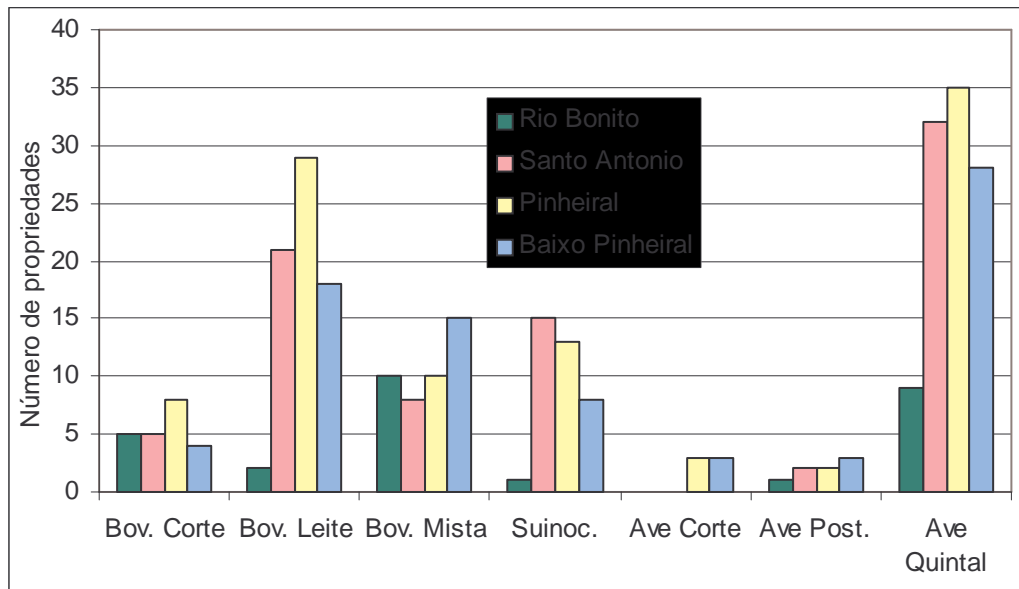


FIGURA 8: Atividades pecuárias desenvolvidas nas comunidades entrevistadas – área rural

A avicultura especializada ocorre em poucas propriedades. No entanto, pouco mais da metade (54%) de todas as famílias entrevistadas possuem aves de fundo de quintal. Considerando somente as propriedades que declararam ter alguma das atividades relacionadas, encontram-se aves de fundo de quintal em 4 de cada 5 propriedades.

Em $\frac{1}{4}$ das propriedades encontra-se bovinocultura mista, não especializada. Chama a atenção que, apesar de a comunidade de Rio Bonito não poder ser caracterizada como agrícola ou agropecuária (quanto às principais atividades desenvolvidas, quando compara com as outras comunidades), 3 em cada 5 propriedades situadas na área rural do Rio Bonito possuem bovinos mistos.

A suinocultura e bovinocultura de leite destacam-se como atividades especializadas nas comunidades de Pinheiral, Baixo Pinheiral e Santo Antônio, e, em muitas propriedades, a produção é associada.

3.1.1 Bovinocultura de Corte

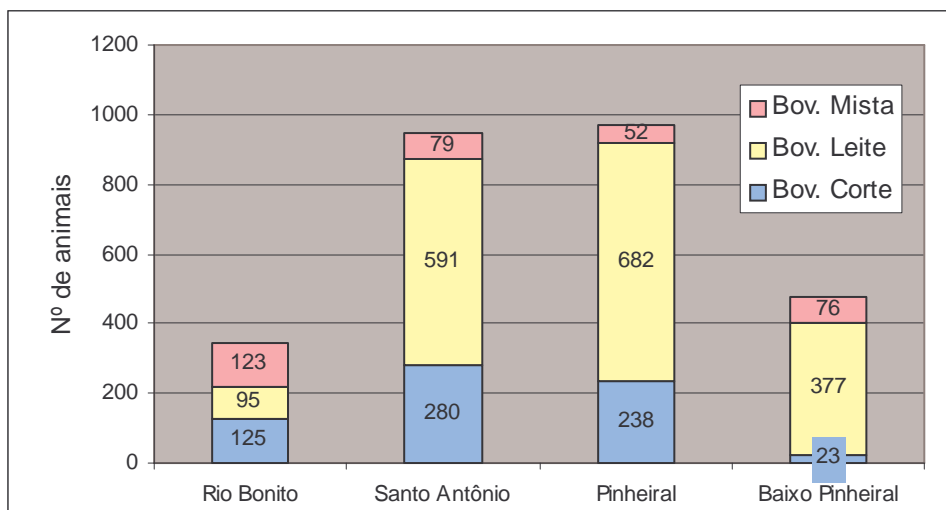


FIGURA 9: Rebanho de bovinos nas comunidades

A comunidade onde maior número de propriedades possui gado de corte é a de Pinheiral (8 propriedades), mas o maior rebanho está em Santo Antônio. A maior parte dos produtores (64%) não abate os animais na propriedade; os que o fazem, o fazem para consumo próprio.

De todos os que responderam ter gado de corte, 68% comercializa os animais, ou seja, 15 propriedades. A comercialização normalmente com os frigoríficos locais, sendo a venda efetuada para aquele frigorífico que melhor paga. O restante 32% possui o gado para consumo próprio.

Os dejetos ficam no pasto ou amontoado a céu aberto, sendo que em 2/3 das propriedades utilizam esse dejetos na lavoura própria (alguns aplicam em lavouras de vizinhos) como adubo orgânico, e 1/3 não aproveita.

3.1.2 Bovinocultura de Leite

Foi considerado gado de leite quando a produção era especializada, com produção mínima de 20L de leite/dia.

Metade das propriedades que trabalha com alguma atividade agropecuária, tem gado de leite, e a produção é maior (em número de propriedades, e proporção das propriedades que tem a atividade) nas comunidades de Pinheiral e Santo Antônio, que somam 73% do rebanho.

O sistema de produção é, em geral, semi-confinado. No Rio Bonito, a bovinocultura de leite é pouco expressiva.

TABELA 4: Produção de leite na bacia

| Comunidade | Propriedades | L/dia | L/dia/anim. em produção | L/dia/propriedade |
|-----------------|--------------|-------|-------------------------|-------------------|
| Rio Bonito | 2 | 320 | 8,8 | 160 |
| Santo Antônio | 21 | 2.775 | 9,7 | 132 |
| Pinheiral | 29 | 4.245 | 9,8 | 146 |
| Baixo Pinheiral | 18 | 1.565 | 9,8 | 87 |
| TOTAL | 70 | 8.905 | Média = 9,5 | Média = 131 |

A bacia é importante produtora de leite, produzindo quase 9 mil L/dia, envolvendo 70 produtores e um rebanho de cerca de 1.800 animais. Vale lembrar que Braço do Norte e Rio Fortuna são os maiores produtores de leite de toda a região Sul Catarinense.

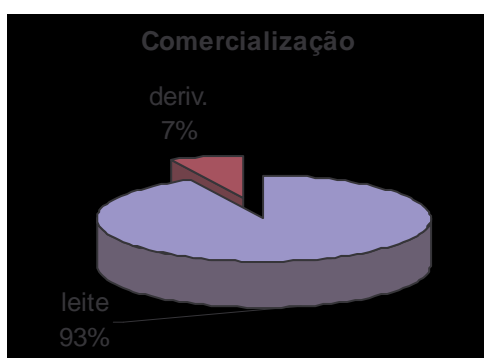


FIGURA 10: Comercialização do leite

Quanto à comercialização, cabe ressaltar que 78% dos produtores são integrados.

A quase totalidade do leite é comercializada *in natura*, e apenas 7% comercializa derivados.

Essa comercialização é feita com agroindústrias próximas, como Darolt, Laticínios Becker, Della Vita, Doces Áurea, Laticínio Extercoetter.

Os dejetos são deixados a céu aberto, amontoados e espalhados no pasto, e a maioria dos produtores os utiliza na lavoura como adubo.

3.1.3 Bovinocultura Mista

Foi considerada bovinocultura mista aquela não especializada, cujos produtos (carne ou leite) são usados para consumo próprio ou comercialização do excedente, mas com produção de leite inferior a 20L/dia.

A bovinocultura é proporcionalmente menos importante nas comunidades de Santo Antônio e Pinheiral, onde a bovinocultura de leite é mais importante.

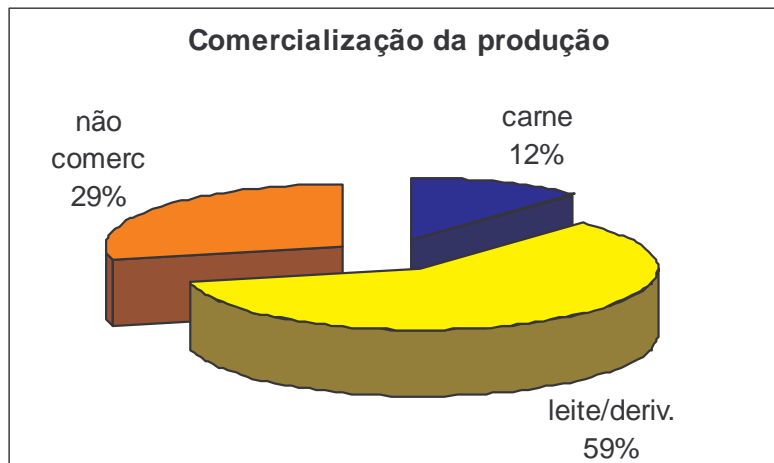


FIGURA 11: Comercialização da produção de bovinos mistos

Esta atividade contempla um rebanho de, aproximadamente, 330 animais, e é encontrada em uma em cada 4 propriedades.

Em quase 1/3 das propriedades com bovinocultura mista, a produção é somente para consumo próprio; 12% das propriedades comercializam a carne, e 59% comercializam leite e derivados.

Assim como nos casos anteriores, os dejetos ficam amontoados a céu aberto ou espalhados no pasto, e são utilizados, por 73% dos produtores, em lavouras próprias, como adubo orgânico.

3.1.4 Suinocultura

No levantamento realizado foram entrevistados 39 suinocultores. O rebanho declarado, instalado, é de 32.140 animais, segundo a pergunta “Número total de suínos”. No entanto, se multiplicarmos o número de matrizes por 10 (que é o valor médio de leitões por leitegada), o valor obtido é de 41.660 animais.

Esses dados não estão em acordo com o dado levantado por EPAGRI-CIRAM (2000), que aponta para 67 mil animais (descontando-se as granjas desativadas e granjas operando abaixo da capacidade). Deve-se considerar que no levantamento realizado pela EPAGRI, que foram levantadas todas as granjas, inclusive as situadas na área urbana. No entanto, mesmo que nesse levantamento realizado pela UFSC/UNISUL só tenham sido consideradas as granjas em áreas rurais e o número de animais existente no momento da entrevista, e considerando que talvez não tenham sido entrevistados todos os granjeiros, isso não justifica a diferença declarada, que supera 25 mil animais.

Acredita-se que dois motivos contribuam para esta diferença: a falta de noção exata do rebanho total, por parte de alguns suinocultores, e a declaração do rebanho abaixo do real,

Débora Brasil, Economista¹

Gisele Mara Hadlich, Eng. Agrônoma²

¹Programa de Pós-Graduação em Geografia – Depto. de Geociências – UFSC

²Grupo de Gestão e Pesquisa em Recursos Hídricos – GRUPERH - UNISUL

devido ao receio com fiscalização, uma vez que a atividade suinícola é muito visada sob os aspectos ambientais na região.

Segundo os dados levantados, a produção concentra-se nas comunidades de Santo Antônio e Pinheiral, totalizando cerca de 80% do rebanho. O restante do rebanho distribui-se nas comunidades de Baixo Pinheiral e parte rural do Rio Bonito.

A suinocultura local possui uma característica específica: somente 19% dos produtores são integrados, o que se diferencia da situação no oeste catarinense, onde a quase totalidade dos granjeiros é integrada à agroindústria.

O número de leitões nascidos vivos, por leitegada, é, em média, 9,97. Segundo relato de suinocultores locais, as melhores granjas obtém índices de 11,0 a 11,5 leitões vivos por leitegada.

Quanto à produção, 87% dos produtores são de ciclo completo, apenas 8% são de terminação, e 5% têm apenas a unidade de produção de leitões.

Dos 39 suinocultores entrevistados, apenas um possui gado misto.

Quanto ao tratamento de dejetos, considerado insuficiente ou inadequado pela população em geral e principal causador da poluição orgânica do rio Bonito-Coruja, os produtores de suínos entrevistados responderam que:

- a estrutura de armazenamento de dejetos é suficiente (para 95% dos produtores);
- 54% possui esterqueira descoberta, e 46%, esterqueira coberta;
- para 81% dos produtores não sobram dejetos; esta 'sobra' ocorre apenas com 19% dos suinocultores;
- 92% dos produtores utiliza os dejetos na lavoura própria, 5% na lavoura de vizinhos, e 3% como ração animal.

3.1.5 Aves de corte

Apesar de Braço do Norte ser importante produtora de ovos na região (estando junto, em termos de produção, com Grão Pará, Urussanga e Lauro Muller, sendo superado apenas por São Ludgero e Orleans), a atividade é pouco expressiva na área rural da bacia hidrográfica do rio Bonito-Coruja. Está presente em apenas 6 propriedades, no Pinheiral e Baixo Pinheiral. O maior produtor é integrado, com 5.500 aves; os demais não o são.

A cama, segundo os produtores, é usada na lavoura.

3.1.6 Aves de postura

Também com pouca expressão, apenas 8 propriedades têm aves de postura como atividade especializada. O maior produtor tem 2.000 aves, o segundo maior 300 aves, e os outros 6 produtores têm menos de 50 aves. Apenas um deles é integrado.

Quanto à cama do aviário, 2/3 dos avicultores a utilizam na lavoura, e 3 produtores a comercializam.

3.1.7 Aves de fundo de quintal

Aves de fundo de quintal parecem, conforme visto anteriormente, em mais da metade das propriedades entrevistadas, como atividade de subsistência ou mesmo de comercialização.

Dejetos utilizados na lavoura.

3.2 Agricultura

TABELA 5: Área, número de propriedades que cultivam, destino (comercialização) e área média de produção por propriedade das principais culturas produzidas na área de estudo

| Cultura | Área (ha) | Nº propriedades | Destino principal | ha/propried. |
|--------------|---|-----------------|---------------------------|--------------|
| Milho | 401 | 103 | Consumo próprio | 3,9 |
| Cana | 65 | 34 | Consumo próprio | 1,9 |
| Aveia/azevém | 65 | 14 | Consumo próprio | 4,6 |
| Fumo | 60 | 20 | Consumo próprio | 3,0 |
| Feijão | 26 | 25 | Consumo próprio e mercado | 1,0 |
| Mandioca | 13 | 27 | Consumo próprio | 0,5 |
| Outros | Batata, cameron, milheto, verduras/tomate (feira), sorgo, batata doce, pêssego (intermediário), ... | | | |

O milho é a principal cultura produzida, tanto em número de propriedades quanto em área plantada.

A aveia e o azevém, bem como o sorgo, são utilizados principalmente como cobertura do solo no inverno e pastagem para gado de leite ou de corte. A cana-de-açúcar e o Cameron são utilizados principalmente na alimentação de bovinos.

De todas as propriedades onde foi realizada entrevista, em apenas cinco há sistema de irrigação implantado. Esses sistemas não utilizados nas culturas de milho, fumo, batata, ou tomate.

3.3 Utilização das terras

A soma de todas as áreas declaradas nas entrevistas, quanto à utilização das terras, é de 28,7 km². No entanto, isto não corresponde à área total levantada através da cartografia (cartas planialtimétricas do IBGE, 1996), que é de, aproximadamente, 35 km².

Percebeu-se, durante as entrevistas, que muitos proprietários têm dificuldade para avaliar as áreas de cada tipo de uso do solo, o que pode justificar essa diferença.

Proporcionalmente, entretanto, os dados declarados são semelhantes aos dados fornecidos (com base em imagem de satélite¹¹⁹) por EPAGRI-CIRAM (2000), onde, aproximadamente: 30% da área é de florestas, reflorestamento e capoeira/pousio; 42% de pastagem; 18% de lavouras anuais.

O uso das terras apontado neste trabalho, pelos produtores, consta na figura 12.

Percebe-se que na bacia estudada, a porcentagem de lavouras temporárias ou permanentes é menor que no município como um todo, pois, segundo dados do Censo Agropecuário do IBGE, de 1995-96, 27% são lavouras (temporárias ou permanentes), e 4% são terras não aproveitáveis (IBGE, 1997). Isto pode estar relacionado às grandes declividades, principalmente na região da comunidade de Santo Antônio.

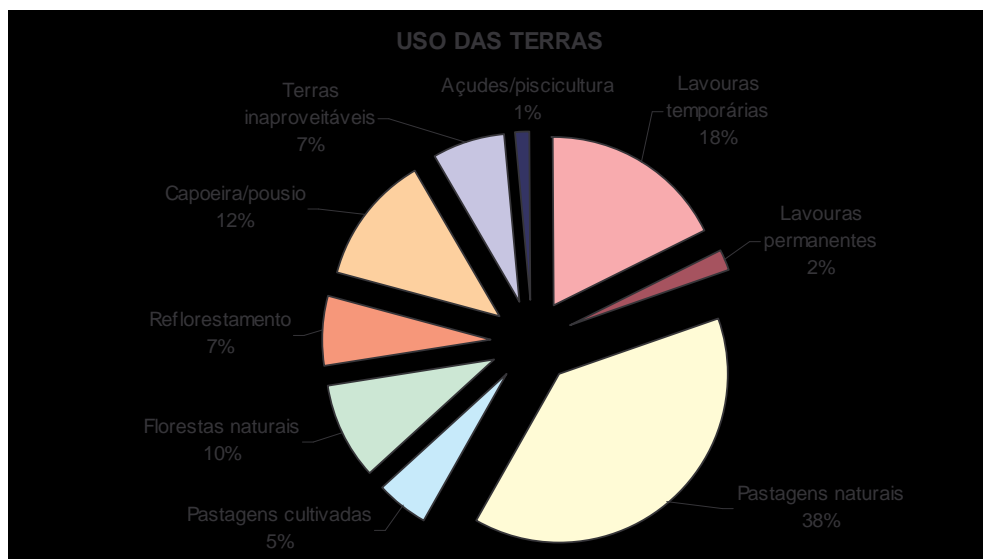


FIGURA 12: Distribuição do uso da terra na bacia do rio Bonito-Coruja

¹¹⁹ Por imagem de satélite não é possível identificar áreas inaproveitáveis, que muitas vezes aparecem como florestas.

3.4 Agrotóxicos

Em 81 propriedades são utilizados mais de um produto. No total, os agrotóxicos são utilizados em 112 propriedades (60% do total de propriedades onde foi realizada a entrevista).

Os principais produtos utilizados são apresentados na tabela que segue.

TABELA 6: Principais agrotóxicos utilizados na área rural da bacia do rio Bonito-Coruja.

| Nome comercial | Classe | Ingrediente ativo (nome comum) | Classe toxicológica | Nº de propriedades que utilizam | Local de uso |
|----------------|-----------|--------------------------------|---------------------|---------------------------------|---|
| Round up | Herbicida | Glyphosate | IV | 94 | Lavoura (principalmente), quintal e pasto |
| Tordon | Herbicida | 2,4 D + picloran | I | 51 | Pasto |
| Sanson | Herbicida | Nicosulfuron | IV | 19 | Lavoura |
| DMA | Herbicida | 2,4 D | II | 17 | Pasto e lavoura |
| Primestra | Herbicida | Atrazine + metolachlor | II | 14 | Lavoura |
| Gramoxone | Herbicida | Paraquat | I | 13 | Lavoura |

Outros herbicidas utilizados são: Triamex, Primóleo e Plenum (classes toxicológicas II e III).

Os inseticidas-acaricidas citados foram (nomes comerciais e classe toxicológica): Confidor (IV); Decis (IV); Folidol (I); Orthene (III); Tamaron (II). Foram citados ainda, como produtos utilizados, o Manzate (III, fungicida) e o Prime-Plus (IV) como anti-brotante para a cultura do fumo.

Percebe-se que produtos das classes toxicológicas I e II foram citados 95 vezes, o que aponta para o intenso uso de produtos bastante tóxicos, principalmente no pasto, bem como na lavoura. Cabe lembrar que, produtos aplicados no pasto, sobretudo, podem atingir fontes de água ou cursos d'água superficiais, principalmente através das chuvas. Outra hipótese é a contaminação do leite através do pastoreio do gado.

Características quanto ao uso desses produtos são apresentadas nos gráficos que seguem.

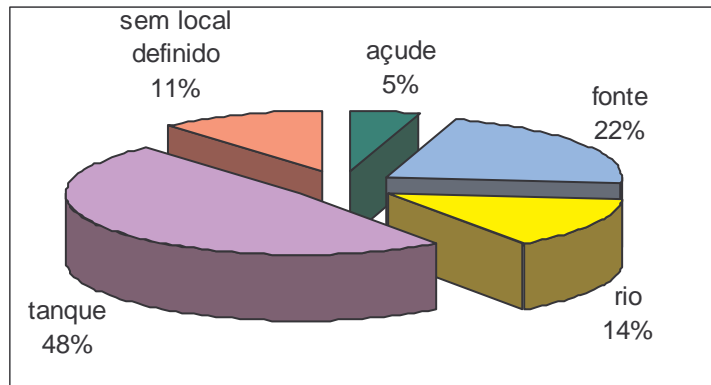


FIGURA 13: Local de abastecimento do equipamento utilizado na aplicação dos agrotóxicos

Águas de rio ou fontes, diretamente, também são utilizadas, o que pode levar à sua contaminação no momento do contato das águas com o equipamento.

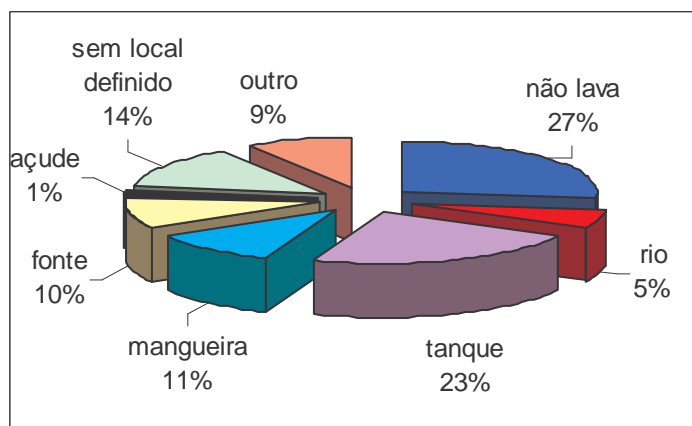


FIGURA 14: Local onde é lavado o equipamento, após aplicação dos agrotóxicos.

A prática de lavar os equipamentos diretamente no rio, totalmente desaconselhada, ainda é comum para alguns produtores.

A lavação em fontes também acontece, o que pode contaminar o manancial.

Praticamente em metade das propriedades onde são utilizados agrotóxicos, o abastecimento é feito em um tanque, normalmente próximo à casa.

O tanque também é o principal local onde os equipamentos são lavados. Isto representa um grande risco de contaminação, pois, conforme será visto em seguida, as águas usadas normalmente são despejadas diretamente no rio.

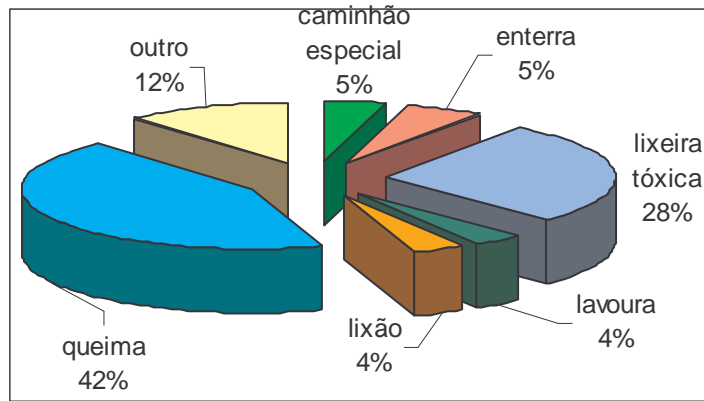


FIGURA 15: Destino das embalagens de agrotóxicos vazias

Pouco mais de $\frac{1}{4}$ dos produtores que usam agrotóxicos encaminha as embalagens para uma lixeira tóxica. Na reunião realizada com a comunidade, os presentes reclamaram a existência de mais lixeiras específicas para essas embalagens.

Largar as embalagens na lavoura, enterrá-las, ou jogá-las no lixo soma 13% dos destinos. A queima, também desaconselhável, é o principal destino das embalagens.

4. CONDIÇÕES SANITÁRIAS

4.1 Abastecimento de água

Conforme pode ser observado na figura 16, existe grande diferença entre a localização da captação de água. Em Santo Antônio, a captação é feita principalmente no meio de florestas, no mato. Esta comunidade localiza-se na área de maior relevo da bacia hidrográfica (parte mediana), e é a área onde há maior proporção de matas (conforme pode ser visto na classificação do solo feita por EPAGRI –CIRAM, 2000).

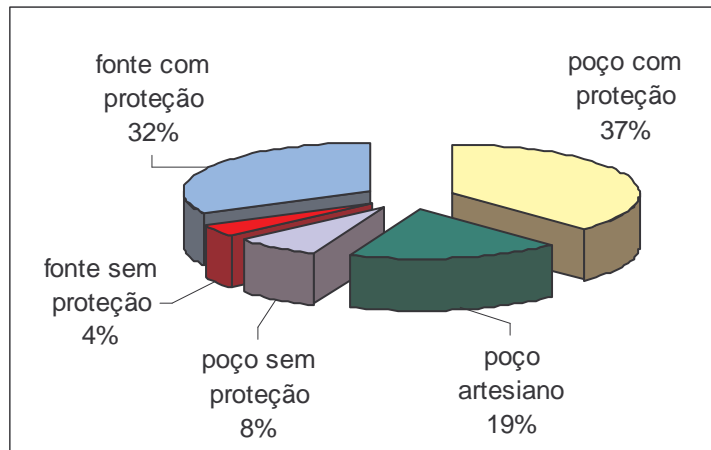


FIGURA 16: Sistema de abastecimento de água na área estudada

Em grande parte da área rural estudada, a água utilizada para consumo humano é obtida através de fonte ou poço com proteção, ou poço profundo, artesiano.

Resta ainda uma pequena proporção de fontes e poços sem proteção, o que aumenta os riscos de contaminação da água.

Já no Pinheiral e Baixo Pinheiral, predomina a captação na ‘varanda’ (proximidades da casa). Na ‘varanda’, normalmente são encontrados animais, são lançadas águas usadas, há presença de fossa para dejetos humanos, tornando, muitas vezes, a água imprópria para consumo. Chama a atenção que nessas comunidades alguns entrevistados declararam coletar água próximo às instalações animais, à lavoura ou ao rio, enquanto que nas outras comunidades não houve essa resposta.

No Rio Bonito, a captação é feita principalmente no pasto, o que pode estar relacionado à falta de mata no local.

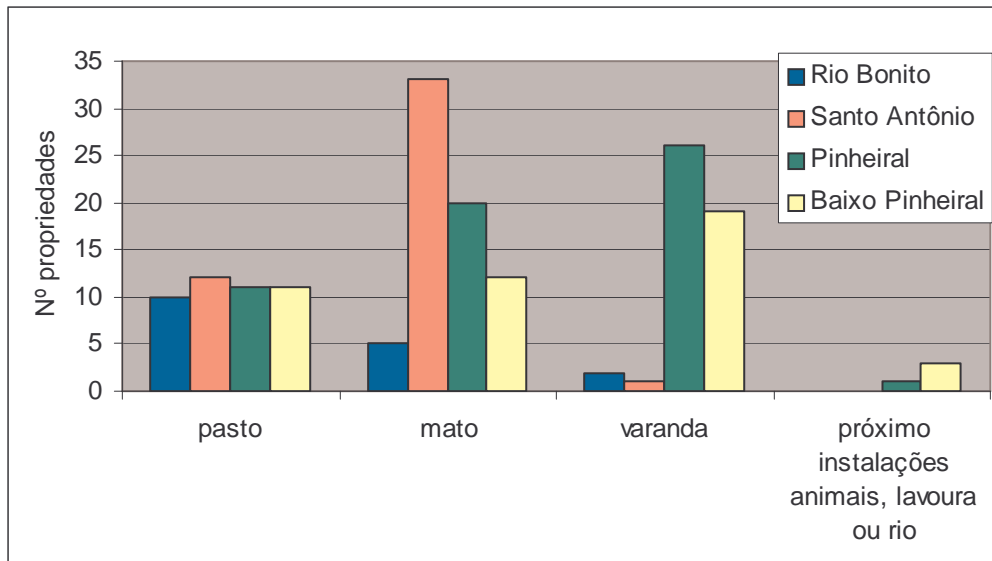


FIGURA 17: Localização do sistema de captação de água

Praticamente nenhuma das famílias trata a água, consumindo-a da forma que é captada. Apenas 13% ferve, filtra ou coloca cloro como pré-tratamentos ao consumo humano (figura 18).

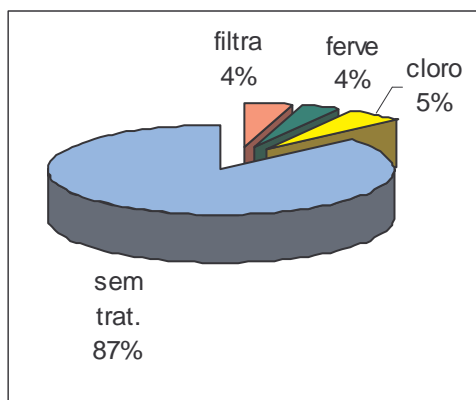


FIGURA 18: Sistemas de tratamento de água utilizados

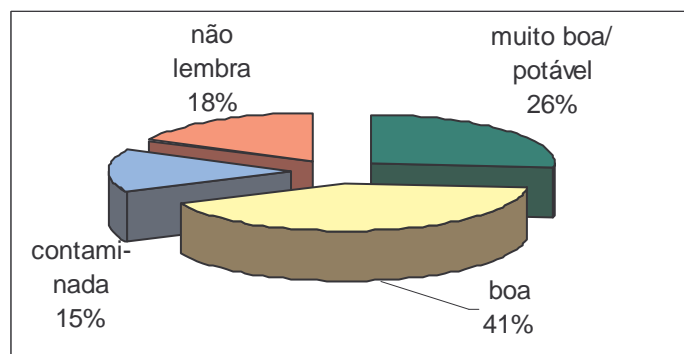


FIGURA 19: Resultado das análises de água realizadas, segundo declaração dos entrevistados

A figura 19 apresenta as declarações de 68 entrevistados que tiveram suas águas de consumo analisadas. As análises foram encaminhadas, principalmente, pela EPAGRI, pela UNISUL, e pela Prefeitura Municipal de Braço do Norte (Secretaria de Saúde, Vigilância Sanitária); empresas locais também efetuaram algumas análises.

Infelizmente, muitos disseram não lembrar do resultado da análise. Declararam ter água muito boa/potável ¼ dos que fizeram análises.

Grande parte dos entrevistados declararam ter água ‘boa’, o que é bastante vago. Foram incluídas nessa classe as declarações de: “água boa”, “apenas sujeira”, “0,1 de coliformes”. Água com coliformes totais (e sem coliformes fecais), por exemplo, que pode ter sido incluída nessa classe “boa”, indica alguma contaminação, mas pode ser utilizada para banho; no entanto, para consumo, deve ser fervida. Apenas 15% afirmaram ter água contaminada.

Análises de água consumida por produtores rurais, coletadas nas torneiras das casas em outubro do ano passado, mostraram que apenas 12,5% das amostras não possuem contaminação alguma; 12,5% estão com elevada contaminação por coliformes fecais (o que significa contaminação por dejetos de animais de sangue quente, inclusive o homem, totalmente inadequada para consumo); e 75% das amostras possuem algum nível de contaminação, devendo a água ser fervida antes de consumida.

4.2 Água e destinos residenciais

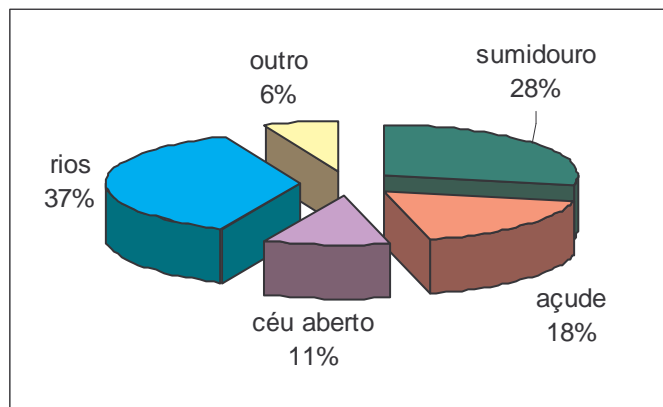


FIGURA 20: Destino das águas usadas

A maior proporção dos entrevistados afirmou que as águas usadas (pias, tanques, chuveiro) vão diretamente para o rio.

Em alguns casos, foi instalado um sumidouro, mas, subdimensionado, acabou extravasando, e a água de chuveiro, por exemplo, passou a ser lançada diretamente no rio.

A resposta “outro” refere-se ao lançamento em fossa ou sistemas de decantação.

Somando-se as proporções de rio, de açudes e a céu aberto, tem-se 2/3 das águas usadas alcançando direta ou indiretamente os corpos d’água superficiais, o que representa um problema sanitário no meio rural.

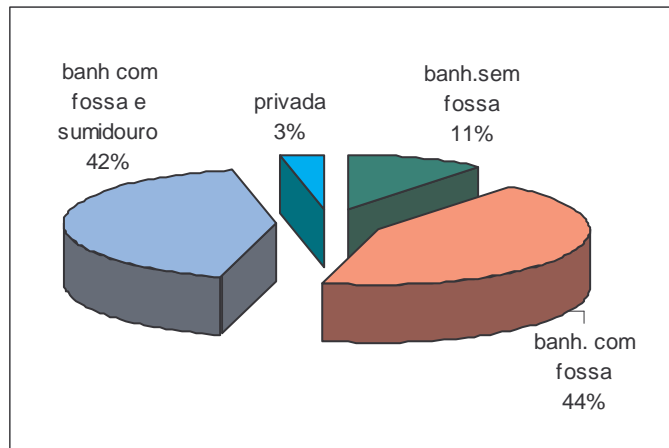


FIGURA 21: Destino dos dejetos humanos

Quanto ao destino de dejetos humanos, um ou outro entrevistado declarou lançamento junto a lagoas de tratamento de dejetos animais ou de abatedouro ou em esterqueiras.

4.3 Borrachudo

Setenta por cento dos entrevistados afirmou que o número de borrachudos tem aumentado nos últimos anos, e o incômodo é alto em todas as comunidades, principalmente no Santo Antônio, o que pode estar atrelado à grande quantidade de quedas d'água, o que favorece o desenvolvimento dos borrachudos através da oxigenação do rio. Um levantamento populacional dos borrachudos ao longo do rio teria que ser feito para verificar onde a incidência é maior.

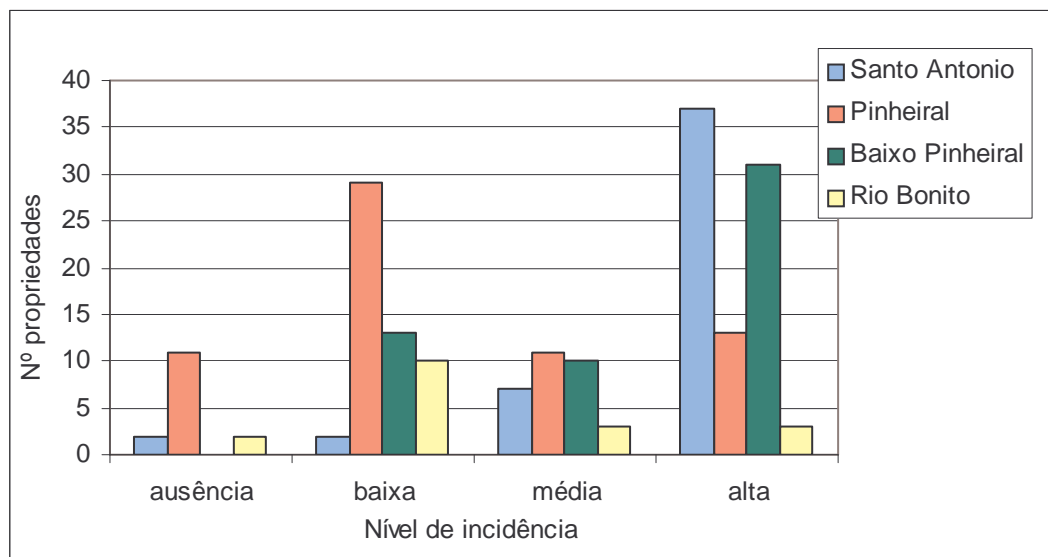


FIGURA 22: Nível de incidência de borrachudos, segundo declaração dos entrevistados. Em reunião realizada com a comunidade de Pinheiral, os participantes declararam ser falsa a informação de que o nível de borrachudos na comunidade é “baixo”, afirmando que é alta.

Observa-se que, pelas declarações, no Rio Bonito a incidência, declarada, é baixa, o que pode significar que o problema seja menor nas áreas mais próximas ao centro urbano.

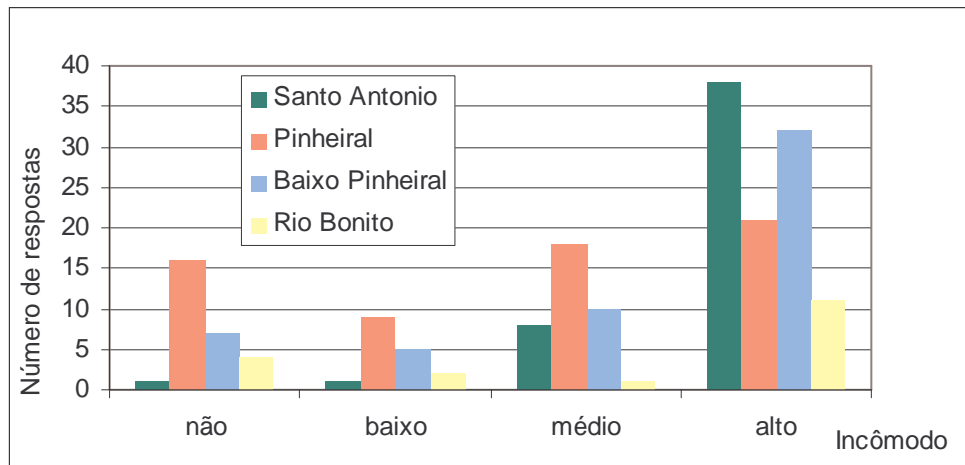


FIGURA 23: Incômodo causado pelos borrachudos, segundo declaração dos entrevistados.

4.4 Lixo doméstico

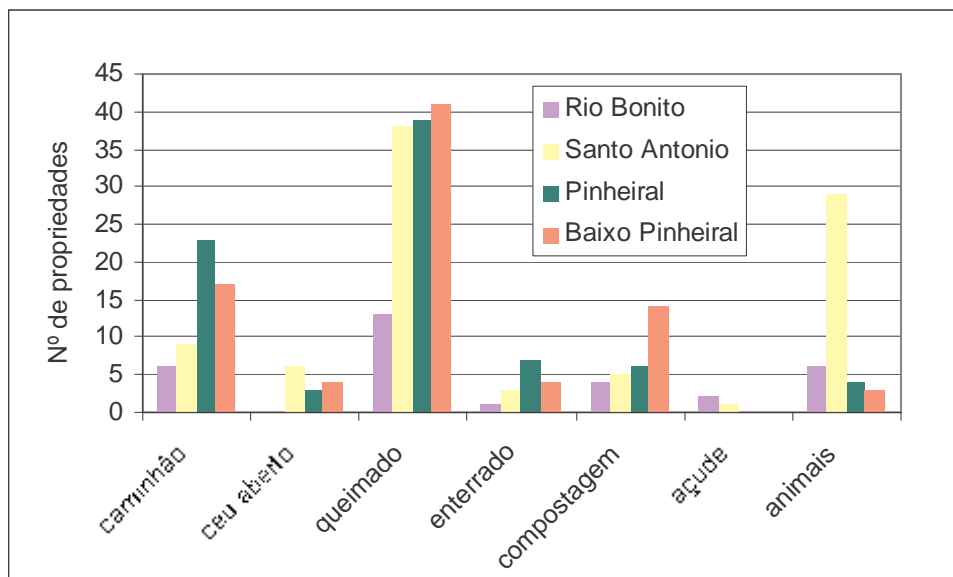


FIGURA 24: Destino do lixo doméstico

No meio rural, a maior parte do lixo é queimada.

O material orgânico normalmente é utilizado na compostagem ou aplicação direta em hortas, ou fornecida aos animais domésticos, como aves de fundo de quintal.

5. SAÚDE

5.1 Doenças ou sintomas na família (no último ano)

As principais doenças e sintomas que ocorrem em cada comunidade onde foram aplicadas entrevistas constam na tabela 7.

Problemas como dor de cabeça, tonturas e dores abdominais podem estar relacionadas à intoxicações por agrotóxicos. Isto é possível, haja vista o descuido geral com que esses produtos são manuseados, conforme visto há pouco, e os riscos de contaminação da água consumida pelos produtores rurais e suas famílias.

Outros sintomas, como dores abdominais e, principalmente, diarreia, podem indicar o consumo de água contaminada. Grande parte da água está contaminada, conforme visto anteriormente.

TABELA 7: Doenças e sintomas ocorrentes na área rural da bacia hidrográfica do rio Bonito-Coruja.

| Doença ou sintoma | <i>Rio Bonito</i> | <i>Santo Antônio</i> | <i>Pinheiral</i> | <i>Baixo Pinheiral</i> | <i>Total</i> |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------------|--------------|
| dor cabeça | 2 | 10 | 19 | 24 | 55 |
| pressão alta | 5 | 14 | 21 | 13 | 53 |
| Tonturas | 3 | 5 | 10 | 12 | 30 |
| problemas de pele | 3 | 1 | 13 | 11 | 28 |
| dores abdominais | 0 | 3 | 7 | 13 | 23 |
| Diarréia | 0 | 0 | 10 | 12 | 22 |
| Pneumonia | 0 | 7 | 7 | 6 | 20 |
| Calafrios | 0 | 1 | 4 | 9 | 14 |
| Vômitos | 1 | 4 | 4 | 4 | 13 |
| Piolho | 1 | 9 | 1 | 1 | 12 |
| Diabetes | 2 | 1 | 5 | 3 | 11 |
| Febres | 0 | 2 | 4 | 3 | 9 |
| Rinites | 1 | 2 | 2 | 4 | 9 |
| Verminoses | 2 | 1 | 1 | 4 | 8 |
| Intoxicação por agrotóxicos | 0 | 2 | 3 | 1 | 6 |
| Convulsões | 0 | 0 | 1 | 4 | 5 |
| Parto pré maturo | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Hepatite | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| Osteoporose | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Colesterol | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Úlcera | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Meningite | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

5.2 Atendimento à saúde

Quanto ao atendimento à saúde, a figura 25 apresenta o comportamento geral da população. Quase metade dos entrevistados declararam procurar o hospital em caso de problemas, e 26% da população utiliza medicina caseira, ou seja, utiliza plantas medicinais. O item “outro” refere-se ao Sindicato ou a clínicas particulares.

Em caso de saúde grave, a maioria procura assistência em Braço do Norte. “Outra cidade” refere-se, principalmente, a Rio Fortuna.

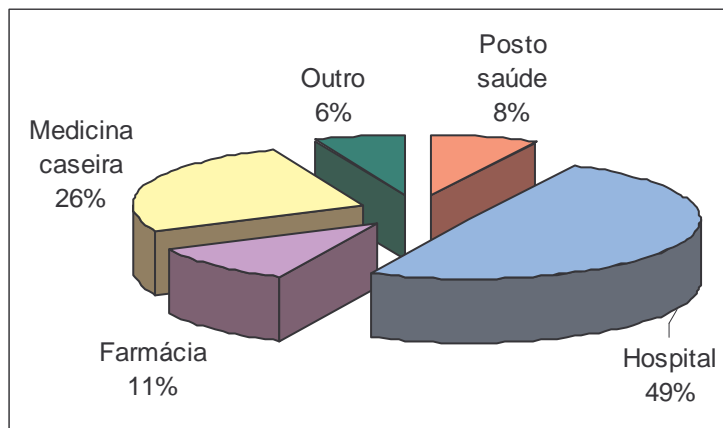


FIGURA 25: Quem procura em caso de doença

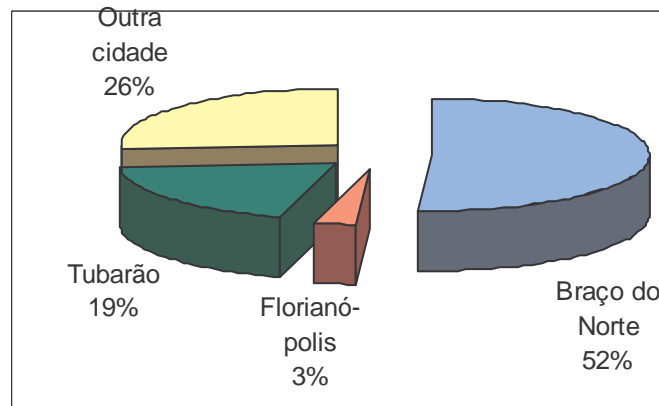


FIGURA 26: Município que procura em caso grave de saúde

5.4 Uso de plantas medicinais

174 famílias entrevistadas responderam à questão sobre o uso de plantas medicinais, evidenciando que 76% utilizam plantas como medicinais.

Foram citadas 59 plantas com nome popular diferente. Os principais problemas tratados com plantas medicinais dizem respeito ao sistema digestivo; a gripes, tosse e febre; ao uso contra infecções, como analgésico e como calmante (tabela 8).

Observa-se que o nome popular de parte das plantas mais citadas pode corresponder a espécies diferentes, o que indica a necessidade de um levantamento etnobotânico detalhado.

As informações colhidas indicam a importância de esclarecer a população quanto ao uso das plantas, pois algumas das 59 citadas apresentam perigos para a saúde quando utilizadas inadequadamente, como, por exemplo, a noz-moscada e a babosa. Outras não possuem ação comprovada para o problema indicado pela população.

Além disso, as informações poderão, também, auxiliar na implantação da fitoterapia no serviço público local, mostrando as principais espécies de conhecimento e uso da população, a serem estudadas, e, possivelmente, utilizadas.

TABELA 8: Plantas medicinais (nome popular citado no mínimo 5 vezes) e finalidades de uso. Este quadro NÃO corresponde à recomendação!

| Nº de vezes citada | Nome popular | Problema tratado | | | | | | | | | | |
|---|------------------|--|---------------------|---|------------------|--|-----------------------------------|--|----------------------|------------------|---|--|
| | | Estômago, enjojo, fígado, intestino, diarreia, ... | Gripe, tosse, febre | Antibiótico, infecção, infecção na bexiga | Nervos, calmante | Analgésico, dor de cabeça, enxaqueca, dores gerais | Outras: cólicas, crianças, vermes | Afina sangue, limpa sangue, colesterol, reumatismo | Rins, pedra nos rins | Outros problemas | | |
| 58 | Boldo | 55 | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - | 1-tontura | |
| 36 | Cana cidreira | 2 | 23 | - | 10 | 1 | - | - | - | - | - | |
| 32 | Hortelã | 9 | 12 | 1 | 2 | - | 7 | - | - | - | 1-pulmão | |
| 30 | Erva cidreira | 2 | 12 | 1 | 10 | 3 | - | - | - | - | 1-pressão 1-pres. baixa | |
| 26 | Malva | - | - | 16 | - | 1 | - | - | - | 1 | 1-garganta 6-dor dente 1-inflamação | |
| 22 | Tansagem | 1 | 2 | 11 | - | 1 | - | - | - | 1 | 1-dor dente 2-inflamação 2-cicatrizante | |
| 18 | Folha laranjeira | - | 12 | - | 2 | 3 | - | 1 | - | - | - | |
| 17 | Losna | 15 | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | |
| 12 | Alcachofra | 8 | - | - | - | - | - | 3 | - | - | 1-emagrecedor | |
| 12 | Erva doce | 4 | 1 | 1 | 3 | - | 3 | - | - | - | - | |
| 10 | Anador | - | - | - | - | 10 | - | - | - | - | - | |
| 8 | Alecrim | 1 | - | - | 5 | 1 | - | - | - | - | 1-varizes | |
| 7 | Confrei | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 2-inflamação 2-cicatrizante | |
| 5 | Penicilina | - | - | 2 | - | 2 | - | 1 | - | - | - | |
| 5 | Babosa | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 2-cicatrizante 1-câncer | |
| Outras plantas | | 16 | 14 | 1 | 3 | 8 | 3 | 7 | 8 | | | |
| Nº total de citações do problema de saúde | | 114 | 76 | 36 | 35 | 33 | 14 | 12 | 10 | | | |

Débora Brasil, Economista¹Gisela Mara Hadlich, Eng. Agrônoma^{1,2}¹Programa de Pós-Graduação em Geografia – Depo. de Geociências – UFSC²Grupo de Gestão e Pesquisa em Recursos Hídricos – GRUPERH - UNISUL

CONCLUSÕES

Na área rural da bacia hidrográfica do rio Bonito-Coruja, as propriedades são predominantemente pequenas, pois 70% possuem menos de 20 ha, sendo que aproximadamente 50% possuem menos de 10 ha.

A pecuária destaca-se como atividade econômica, envolvendo propriedades na produção, sobretudo, de suínos e de bovinos (principalmente de leite), gerando empregos na produção primária e na agroindústria (há 14 abatedouros na área levantada). É mais desenvolvida em propriedades de 20 a 50 há, e predomina nas poucas propriedades que têm entre 50 e 100 ha.

As menores rendas estão em propriedades onde a agricultura é principal fonte de renda, bem como onde é desenvolvida a agricultura + pecuária (normalmente pouco especializada), ou outra fonte (como, por exemplo, aposentadoria). Já a pecuária especializada, bem como a atividade agroindustrial, têm as maiores rendas.

As associações produtivas mais frequentes na área rural da bacia são:

- agricultura + bovinocultura mista + aves de fundo de quintal;
- agricultura + bovinocultura de leite + aves de fundo de quintal;
- bovinocultura de leite + suinocultura + agricultura + aves de fundo de quintal.

Interessante notar que, dos 39 suinocultores, apenas um possui gado misto. Em contrapartida, 29 criam bovinos de leite, demonstrando a especialização e a associação na produção para quem possui a pecuária como principal fonte de renda.

Na suinocultura, poucos produtores são integrados (apenas 19%), e a maior parte tem produção de ciclo completo (produção de leitões até terminação).

A bovinocultura de leite está mais presente do que a bovinocultura mista (que também serve como fonte de renda através da comercialização de excedentes), com rebanho maior e em maior número de propriedades. A produção é de cerca de 9 mil litros de leite por dia, envolvendo 70 produtores e um rebanho de 1.800 animais. Essa produção é predominantemente integrada a agroindústrias da região.

A bovinocultura de corte é pouco expressiva quando comparada com a de leite, abrangendo somente 22 das 187 propriedades onde foi realizada a entrevista.

A avicultura especializada é pouco desenvolvida; no entanto, em 54% das propriedades encontram-se aves de fundo de quintal.

Quanto aos dejetos gerados na pecuária, apenas na suinocultura existe algum tratamento, que corresponde a um tratamento primário, em esterqueiras. Esses dejetos são, segundo declaração dos suinocultores, aplicados em lavouras e pastagens. A estrutura de armazenamento é considerada suficiente por 95% dos suinocultores, mas 54% declararam que a esterqueira é descoberta, o que deve ser evitado para não aumentar o volume de dejetos em função da adição de água de chuva.

Os produtores de suínos (81%) acreditam que não há ‘sobras’ de dejetos na propriedade. No entanto, EPAGRI-CIRAM (2000) demonstrou que há, na bacia inteira, um excedente de aproximadamente 20,5 m³/ha.ano, pois apenas 42% da bacia possuem condições de solo e relevo para recebimento de dejetos de suínos.

Na bovinocultura, o sistema de produção é semi-confinado, e os dejetos resultantes do período de confinamento são amontoados e, posteriormente, utilizados para adubação orgânica em lavouras.

Na reunião realizada em 20 de outubro de 2001 na comunidade do Pinheiral, visando apresentar este trabalho para a comunidade, os participantes (mais de 100) afirmaram que muitos suinocultores “largam” os dejetos no rio quando as esterqueiras estão cheias e antes de chuvas (visando diluir o poluente). Também afirmaram que o esterco amontoado em propriedades com bovinos é igualmente fator de poluição dos rios, pois o material escorre, junto com a água da chuva, até os cursos d’água superficiais.

Ligado a isto, percebe-se o receio, principalmente por parte dos suinocultores, em declarar o rebanho existente nas propriedades, uma vez que a suinocultura tem sido apontada e criticada como atividade poluente.

Quanto à agricultura, 21,4% das propriedades têm, nessa atividade, sua principal fonte de renda.

As principais culturas produzidas na área são milho, cana-de-açúcar, aveia/azevém, fumo, feijão e mandioca; as principais produções estão relacionadas à produção animal. Grande parte do que é produzido é para consumo na própria propriedade.

As lavouras temporárias ocupam, aproximadamente, 18% da área estudada, sendo que a maior proporção é de pastagens (42%).

O uso de agrotóxicos, seja nas lavouras ou nas pastagens, é intenso, incluindo produtos altamente tóxicos. Esses produtos são, na maior parte das propriedades, manuseados de forma incorreta, levando ao desenvolvimento de problemas de saúde nas famílias e à contaminação de

águas. Na reunião de 20 de outubro, os produtores rurais apontaram para a necessidade de construção de lixeiras para depósito de embalagens vazias. Cabe lembrar que, recentemente, foi aprovada lei estadual que obriga as casas agropecuárias a receberem embalagens vazias para encaminhá-las às indústrias produtoras de agrotóxicos para reciclagem adequada.

Quanto ao lixo produzido, a parte orgânica e normalmente reutilizada na lavoura ou hortas caseiras, ou serve na alimentação animal, e o material não orgânico é predominantemente queimado.

Quanto à água que é consumida pela população, 87,5% das amostras analisadas possuem algum tipo de contaminação. Em contraposição, 87% dos entrevistados não aplica tratamento algum à água utilizada.

Quanto ao destino de águas residenciais, a maior parte atinge cursos d'água superficiais, e no caso de dejetos humanos, em 16% das propriedades não há fossa para acúmulo e tratamento desses dejetos.

A carência, pois, em saneamento básico é evidente, o que leva ao desenvolvimento de problemas de saúde na população, observáveis nos sintomas e doenças declaradas nas entrevistas. Inúmeras vezes foram citados problemas de dor de cabeça, pressão alta, tonturas, problemas de pele, dores abdominais, diarreias, calafrios e vômitos, sintomas típicos de intoxicação por agrotóxicos e/ou do consumo de água contaminada. Vale lembrar que ¼ da população utiliza plantas medicinais no tratamento de sintomas e doenças, o que aponta para a necessidade da realização de um trabalho de esclarecimento sobre o uso adequado dessas plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAÇO DO NORTE. Lei municipal nº 1.586, de 24 de abril de 2000. “Define o perímetro urbano do município de Braço do Norte e dá outras providências”. Publicada no mural municipal em 24 de abril de 2000.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DE EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS AMBIENTAIS. **Inventário das terras da sub-bacia hidrográfica do rio Coruja / Bonito.** Florianópolis : EPAGRI – CIRAM, 2000. 112 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 1995-1996.** Número 21 – Santa Catarina. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. (meio impresso e CD-ROM).

_____. DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS. Cartas planialtimétricas, escala 1:50.000. Folhas Tubarão (SH-22-X-B-1-4 MI-2924-4) e Grão Pará (SH-22-X-B-1-2). Rio de Janeiro: IBGE, 1976 (primeira edição).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2000. Endereço eletrônico: <http://www.sidra.ibge.gov.br>

AGRADECIMENTOS

Este levantamento contou com o apoio da Prefeitura Municipal de Braço do Norte, da Secretaria de Saúde e da Secretaria da Agricultura do município, da ACCS (Associação Catarinense de Criadores de Suínos) – Núcleo Braço do Norte, do Sindicato de Trabalhadores Rurais de Braço do Norte, do Sindicato Rural de Braço do Norte, e da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina).

Diversas pessoas contribuíram para sua realização, desde a elaboração do questionário, dando suas opiniões, até os preparativos para a reunião realizada na comunidade de Pinheiral; agradecemos também as pessoas que dessa reunião participaram.

Sem nominar a todos que contribuíram, para não correremos o risco de sermos injustos ao ‘esquecermos’ alguém, agradecemos, e esperamos que este relatório possa ser útil às pessoas, às comunidades envolvidas e às instituições que nos apoiaram e ajudaram.

ANEXO - QUESTIONÁRIO APLICADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
 UNISUL – UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA – CURSO DE AGRONOMIA
**LEVANTAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO, AGRÍCOLA, AGROPECUÁRIO E SANITÁRIO DA
 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BONITO-CORUJAS – BRAÇO DO NORTE, SC**

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | |
|----------------------------------|-----------------|-------------|
| a. INFORMANTE | b. PROPRIETÁRIO | |
| c. ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA | d. COMUNIDADE | e. TELEFONE |

2. DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS

| | | |
|---|--|---|
| a. ÁREA TOTAL (ha) () menos de 1 () de 1 a 2 () de 2 a 5 () de 5 a 10 () de 10 a 20 () de 20 a 50 () de 50 a 100 () de 100 a 200 | b. NÚMERO DE PESSOAS QUE HABITAM | c. PRINCIPAL FONTE DE RENDA () agricultura () pecuária () assalariado – onde? () outra – qual? |
| d. RENDA FAMILIAR TOTAL MENSAL (reais) () menos de 150 () 150 a 300 () 300 a 750 () 750 a 1500 () 1500 a 3000 () mais de 3000 | e. Nº PESS. TRABALHAM família: _____ empregados: _____ | () ABATEDOURO – FRIGORÍFICO |
| f. GRAU DE INSTRUÇÃO (colocar número de pessoas) () não lê nem escreve () primeiro grau incompleto () primeiro grau completo () segundo grau incompleto () segundo grau completo () cursando universidade () terminou universidade | | |

3. ATIVIDADES AGRÍCOLAS E AGROPECUÁRIAS

| | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|
| 3.1. BOVINOCULTURA DE CORTE () não tem | | | | | |
| a. NÚMERO TOTAL | c. DESTINO do ESTERCO () pasto (espalhado) () céu aberto (amontoado) () buraco no chão | d. APROVEITAMENTO do ESTERCO () não aproveita () lavoura própria () lavoura do vizinho O que faz com o que sobra? | e. ABATE NA PROPRIEDADE? () não () sim () somente para consumo próprio – nº? | f. COMERCIALIZAÇÃO | |
| b. CONFINAMENTO () não () sim | () esterqueira () outro – qual? | | | | |
| 3.2. BOVINOCULTURA DE LEITE () não tem | | | | | |
| a. NÚMERO TOTAL | c. DESTINO do ESTERCO () pasto (espalhado) () céu aberto (amontoado) () buraco no chão | d. APROVEITAMENTO do ESTERCO () não aproveita () lavoura própria () lavoura do vizinho O que faz com o que sobra? | e. É INTEGRADO? () sim – empresa () não – comercialização | f. COMERCIALIZAÇÃO g. PRODUÇÃO L/dia () leite () derivados | |
| b. CONFINAMENTO () não () sim | () esterqueira () outro – qual? | | | | |
| c. Nº em PRODUÇÃO | | | | | |
| 3.3. BOVINOCULTURA MISTA () não tem | | | | | |
| a. NÚMERO TOTAL | c. DESTINO do ESTERCO () pasto (espalhado) () céu aberto (amontoado) () buraco no chão | d. APROVEITAMENTO do ESTERCO () não aproveita () lavoura própria () lavoura do vizinho O que faz com o que sobra? | e. COMERCIALIZAÇÃO () carne () leite ou derivados Onde? | | |
| b. CONFINAMENTO () não () sim | () esterqueira () outro – qual? | | | | |
| 3.4. SUINOCULTURA () não tem | | | | | |
| a. NÚMERO TOTAL | c. N. LEITÕES / LEITEGADA | d. N. SUÍNOS VENDIDOS / ANO | e. TIPO DE PRODUTOR: () ciclo completo () terminação () produtor de leitões | f. É INTEGRADO? () sim – empresa () não – comercialização | |
| b. N. MATRIZES | | | | | |
| g. PREÇO DE VENDA DOS SUÍNOS (POR KG) | h. ATIVIDADE DA SUINOCULTURA () dá prejuízo () dá lucro () empata (gastos e ganhos) () não sei | | | | |
| i. DESTINO DOS DEJETOS () céu aberto () buraco no chão () esterqueira descoberta () esterqueira coberta () lagoa de tratamento () outros – qual? | | | j. ESTRUTURA PARA ARMAZENAR OS DEJETOS É SUFICIENTE? () não () sim | | |

Débora Brasil, Economista¹Gisele Mara Hadlich, Eng. Agrônoma²¹Programa de Pós-Graduação em Geografia – Depto. de Geociências – UFSC²Grupo de Gestão e Pesquisa em Recursos Hídricos – GRUPERH - UNISUL

| | | | |
|---|--|---|--|
| i. APROVEITAMENTO DOS DEJETOS | | i. RACÃO | |
| <input type="checkbox"/> sem utilização | <input type="checkbox"/> ração animal | <input type="checkbox"/> produção própria de milho | |
| <input type="checkbox"/> lavoura própria | <input type="checkbox"/> adubo orgânico seco | <input type="checkbox"/> compra todos os ingredientes de fora – onde? _____ | |
| <input type="checkbox"/> lavoura do vizinho | <input type="checkbox"/> outro – Qual? | <input type="checkbox"/> indústria fornece – integrado | |
| SOBRA? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim – o que faz? | | | |

3.5. AVES DE CORTE não tem

| | | |
|-----------------|--|--|
| a. NÚMERO TOTAL | b. DESTINO DA CAMA DO AVIÁRIO <input type="checkbox"/> lavoura <input type="checkbox"/> alimentação animal <input type="checkbox"/> venda – comercialização | c. É INTEGRADO? <input type="checkbox"/> sim – empresa <input type="checkbox"/> não – comercialização |
|-----------------|--|--|

3.6. AVES DE POSTURA não tem

| | | |
|-----------------|--|--|
| a. NÚMERO TOTAL | b. DESTINO DA CAMA DO AVIÁRIO <input type="checkbox"/> lavoura <input type="checkbox"/> alimentação animal <input type="checkbox"/> venda – comercialização | c. É INTEGRADO? <input type="checkbox"/> sim – empresa <input type="checkbox"/> não – comercialização |
|-----------------|--|--|

3.7. AVES DE FUNDO DE QUINTAL não tem

| | |
|-----------|--|
| a. NÚMERO | b. COMERCIALIZA EXCEDENTE? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim – onde? |
|-----------|--|

3.8 AGRICULTURA

| | | |
|------------|---------|---------------------|
| a. CULTURA | b. ÁREA | c. COMERCIALIZAÇÃO* |
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |

* Comercialização: I – intermediário; F – feira; M – mercado; P – consumo próprio

| |
|--|
| d. UTILIZA IRRIGAÇÃO? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim – culturas: |
|--|

3.9 UTILIZAÇÃO DAS TERRAS

| USO | ÁREA (ha) | USO | ÁREA (ha) | USO | ÁREA (ha) |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| 1. Lavouras temporárias | | 4. Pastagens cultivadas | | 7. Capoeiras / pousio | |
| 2. Lavouras permanentes | | 5. Florestas naturais | | 8. Terras inaproveitáveis | |
| 3. Pastagens naturais | | 6. Reflorestamento | | 9. Açudes / piscicultura | |

4. SAÚDE

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| a. DOENÇAS OU SINTOMAS NA FAMÍLIA (NO ÚLTIMO ANO) | | | | |
| <input type="checkbox"/> diarreia | <input type="checkbox"/> hepatite (amarelo) | <input type="checkbox"/> intoxicação por agrotóxico | | |
| <input type="checkbox"/> dor de cabeça constante | <input type="checkbox"/> pressão alta | <input type="checkbox"/> açúcar no sangue (diabete) | | |
| <input type="checkbox"/> meningite | <input type="checkbox"/> verminose | <input type="checkbox"/> convulsões (problemas neurológicos) | | |
| <input type="checkbox"/> vômitos constantes | <input type="checkbox"/> dores abdominais | <input type="checkbox"/> febres constantes | | |
| <input type="checkbox"/> calafrios, suores, palidez | <input type="checkbox"/> pneumonia ou problemas pulmonares | <input type="checkbox"/> rinites ou conjuntivites | | |
| <input type="checkbox"/> partos pré-maturos ou abortos | <input type="checkbox"/> tonturas | <input type="checkbox"/> problemas na pele (manchas, coceira,...) | | |
| b. PARASITOSSES | c. DOENÇAS CONFIRMADAS | d. QUANDO ESTÁ DOENTE, QUEM PROCURA? | e. ATENDIMENTO EM CASOS MAIS GRAVES | |
| <input type="checkbox"/> bicho-do-pé | <input type="checkbox"/> salmonelose <input type="checkbox"/> brucelose | <input type="checkbox"/> postos de saúde <input type="checkbox"/> farmácia | <input type="checkbox"/> Braço do Norte | |
| <input type="checkbox"/> sarna | <input type="checkbox"/> listeriose <input type="checkbox"/> tuberculose | <input type="checkbox"/> hospital <input type="checkbox"/> medicina caseira | <input type="checkbox"/> outra cidade: qual? | |
| <input type="checkbox"/> piolho | <input type="checkbox"/> câncer <input type="checkbox"/> tumor | <input type="checkbox"/> outro – qual?- | | |
| <input type="checkbox"/> outros | <input type="checkbox"/> outra – qual? | | | |
| f. USA PLANTAS MEDICINAIS? 1. | | | | |
| <input type="checkbox"/> não 2. | | | | |
| <input type="checkbox"/> sim – citar as 3 plantas mais usadas e para quais doenças 3. | | | | |

5. CONDIÇÕES SANITÁRIAS**5.1 ÁGUA e DESTINOS RESIDENCIAIS**

| | | | |
|---|---|--|--|
| a. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA UTILIZADO | | b. LOCALIZAÇÃO | |
| <input type="checkbox"/> poço com proteção - quantos metros? | <input type="checkbox"/> poço sem proteção | <input type="checkbox"/> pasto | <input type="checkbox"/> banhado |
| <input type="checkbox"/> fonte com proteção - quantos metros? | <input type="checkbox"/> fonte sem proteção | <input type="checkbox"/> próximo a instalações animais | |
| <input type="checkbox"/> poço profundo (artesiano) | <input type="checkbox"/> direto do rio | <input type="checkbox"/> próximo ao esgoto | <input type="checkbox"/> próximo à lavoura |
| <input type="checkbox"/> abastecimento da rede pública | <input type="checkbox"/> outro – qual? | <input type="checkbox"/> mata | <input type="checkbox"/> próximo ao rio |
| <input type="checkbox"/> mesma fonte para pessoas e animais | | | |
| c. TRATAMENTO DE ÁGUA | e. DESTINO DOS DEJETOS HUMANOS | f. JÁ FEZ ANÁLISE DE ÁGUA? | |
| <input type="checkbox"/> filtração <input type="checkbox"/> fervura <input type="checkbox"/> cloração | <input type="checkbox"/> banheiro (sem fossa) | <input type="checkbox"/> não | |
| <input type="checkbox"/> sem tratamento | <input type="checkbox"/> banheiro com fossa séptica | <input type="checkbox"/> sim – quem fez? <input type="checkbox"/> EPAGRI | |

Débora Brasil, Economista¹Gisele Mara Hadlich, Eng. Agrônoma²¹Programa de Pós-Graduação em Geografia – Depto. de Geociências – UFSC²Grupo de Gestão e Pesquisa em Recursos Hídricos – GRUPERH - UNISUL

| | | |
|---|---|---|
| d. DESTINO DAS ÁGUAS USADAS () sumidouro () céu aberto () açude () rios e córregos () outros – qual? | () banheiro com fossa séptica e sumidouro () privada | () outro – quem? Nº de análises: Resultados: |
| 5.2 BORRACHUDO | | |
| f. PRESENÇA () ausência () baixa () média () alta | g. PRESENÇA DE BORRACHUDOS TEM AUMENTADO NOS ÚLTIMOS ANOS? () sim () não | h. INCÔMODO () não () baixo () médio () alto |
| 5.3 AGROTÓXICOS () não usa agrotóxicos | | |
| a. EMBALAGEM VAZIA () deixa na lavoura () queima () enterra em qualquer lugar () joga no rio ou córrego () reutiliza () lixeira tóxica () vende () outro – qual? | b. ONDE ABASTECE O EQUIPAMENTO () rio () açude () tanque especial () fonte próxima () sem local definido () outros – onde? | c. ONDE LAVA O EQUIPAMENTO () rio () açude () tanque especial () fonte próxima () sem local definido () outros – onde? |
| d. PRODUTOS MAIS USADOS/ONDE (lavoura, pasto) : 1. 2. 3. | | |
| 5.4 LIXO DOMÉSTICO | | |
| a. DESTINO DO LIXO () recolhido por caminhão () queimado () enterrado () largado em terreno baldio (céu aberto) () lançado no rio () compostagem, lavoura, horta | | |

Elaboração: Eng. Agr. GISELE MARA HADLICH; Econ. DÉBORA BRASIL - Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFSC – dez/2000

ANEXO – CARTA ENTREGUE DURANTE A APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Prezado senhor, prezada senhora

Estamos aplicando este questionário para conhecermos melhor a região, identificar problemas e, futuramente, possíveis soluções. Para isto, foram escolhidas algumas comunidades que estão próximas ao rio Bonito – rio Coruja. As comunidades são: Pinheiral, Baixo Pinheiral, Corujas, e uma parte do Rio Bonito.

Um trabalho inicial foi realizado pela EPAGRI no ano passado, mas não envolveu todas as famílias das comunidades. A idéia, agora, é envolver todos, pois acreditamos que somente com a participação geral e um retrato fiel da situação de todos é que será possível melhorar a qualidade de vida na região.

A primeira parte do trabalho é a aplicação do questionário, que deverá ocorrer em janeiro/fevereiro de 2001. Em seguida, os dados serão tabulados e interpretados. Esperamos terminar esta fase até final de abril. Em maio pretendemos fazer reuniões com as comunidades entrevistadas, pois queremos mostrar, para aqueles que participaram, os resultados da pesquisa, porque entendemos que não nos adianta ficarmos com os dados e não os repassar para os moradores das comunidades.

As pessoas responsáveis pela elaboração do questionário são: a engenheira agrônoma Gisele Mara Hadlich, professora do Curso de Agronomia de Tubarão, e a economista Débora Brasil, de Florianópolis. As duas orientadoras necessitam desses dados para iniciar seu trabalho de pós-graduação, pois estão cursando doutorado e mestrado em Florianópolis.

O questionário estará sendo aplicado por alunos que estudam em Tubarão, no curso de Agronomia da UNISUL, com orientação das professoras citadas. Os alunos são: Fernando Esser (de Braço do Norte), Fernando Ricken e Jânio Schmitz (de Rio Fortuna). As respostas dadas servirão, também, para um trabalho que estes alunos devem fazer no curso de Agronomia.

Os dados levantados neste questionário serão utilizados, igualmente, por diversas instituições, e este trabalho conta com o apoio da Prefeitura Municipal de Braço do Norte, da Secretaria de Saúde e da Secretaria da Agricultura do município, da ACCS (Associação Catarinense de Criadores de Suínos) – Núcleo Braço do Norte, do Sindicato de Trabalhadores

Débora Brasil, Economista¹

Gisele Mara Hadlich, Eng. Agrônoma²

¹Programa de Pós-Graduação em Geografia – Depto. de Geociências – UFSC

²Grupo de Gestão e Pesquisa em Recursos Hídricos – GRUPERH - UNISUL

Rurais de Braço do Norte, do Sindicato Rural de Braço do Norte, e da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina).

Ninguém é obrigado a responder as perguntas, mas pedimos a sua colaboração, pois conhecer as condições atuais do meio rural é o primeiro passo para identificar problemas e soluções diversas, em conjunto com a comunidade.

Agradecemos muito a atenção.

Gisele Mara Hadlich e Débora Brasil

Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina

Projetos Especiais – Curso de Agronomia – UNISUL, Tubarão

Braço do Norte, janeiro de 2001.

GISELE MARA HADLICH, Eng. Agrônoma (UFSC, 1992), Especialista em Engenharia de Meio Ambiente (ENSAR, França, 1994) e em Relações Edafo-Hidrológicas em Bacias Hidrográficas (UFSC, 1994). Mestre em Geografia, área de concentração Utilização e Conservação de Recursos Naturais (UFSC, 1997).

Principal atividade profissional realizada na Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, como professora de tempo integral de março de 1996 a fevereiro de 2004, onde foram desenvolvidas atividades de docência nos cursos de Agronomia (Agrometeorologia, Fotointerpretação, Irrigação e Drenagem, Topografia) e Geografia (Cartografia Geral); de orientação de alunos em trabalhos de pesquisa, monografias e estágios curriculares; de elaboração, coordenação e participação em projetos de pesquisa na área ambiental, envolvendo sobretudo qualidade e gestão de recursos hídricos; de vice-coordenadora do curso de Agronomia; de representação institucional. Coordenadora do Grupo de Apoio Permanente ao Comitê da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar – Gapp/Unisul em 2003. Autora ou co-autora em várias publicações, nas áreas de geoprocessamento, poluição de solos e de recursos hídricos por atividades agrícolas e pecuárias, e de plantas medicinais.

ERROR: rangecheck
OFFENDING COMMAND: .installpagedevice

STACK:

-null-
-dictionary-
-savelevel-
-savelevel-