



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Salomão Brandi da Silva

**PROPOSTA DE MATRIZ DE IMPACTO PARA CARACTERIZAÇÃO
DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM ÁREAS RURAIS:
Estudo de caso da microbacia Rio do Colégio**

Rio de Janeiro
2015



UFRJ

Salomão Brandi da Silva

**PROPOSTA DE MATRIZ DE IMPACTO PARA CARACTERIZAÇÃO
DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM ÁREAS RURAIS:
Estudo de caso da microbacia Rio do Colégio**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Aparecida Gomes Nassar

Rio de Janeiro
2015

Brandi da Silva, Salomão

Proposta de Matriz de Impacto para Caracterização de Impactos Socioambientais em Áreas Rurais: Estudo de caso da microbacia Rio do Colégio / Salomão Brandi da Silva. – 2015. 149f. : il. 30 cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2015.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Aparecida Gomes Nassar

1. Matriz de impacto. 2. Saneamento rural. 3. Saúde da população rural. 4. Manejo na agropecuária. I. Nassar, Cristina Aparecida Gomes. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química.



UFRJ

**PROPOSTA DE MATRIZ DE IMPACTO PARA CARACTERIZAÇÃO
DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM ÁREAS RURAIS:
Estudo de caso da microbacia Rio do Colégio**

Salomão Brandi da Silva

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Aparecida Gomes Nassar

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

Profa. Dra. Cristina Aparecida Gomes Nassar
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Orientadora

Prof. Dr. Sérgio Luiz Costa Bonecker
Universidade Federal do Rio de Janeiro - Membro interno

Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Serra
Universidade Federal do Rio de Janeiro - Membro interno

Prof. Dr. Rodrigo Jesus de Medeiros
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- Membro externo

Rio de Janeiro

2015

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação ao meu Deus Jeová, pela capacidade e inteligência atribuída aos seres humanos, a minha esposa e ao meu filho pela paciência demonstrada devido a minha ausência durante as pesquisas de campo e na redação da dissertação, apoiando em todos os momentos o trabalho científico desenvolvido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a atenção, paciência e agilidade da Professora Cristina Nassar ao ministrar o conteúdo de Ecologia Aplicada e principalmente na orientação da dissertação, pelas excelentes colocações e no dimensionamento do trabalho de pesquisa;

A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental (SEMDA) pela parceria com o Instituto Federal Fluminense (IFF), fornecendo transporte e pessoal qualificado para auxiliar no deslocamento na microbacia Rio do Colégio, principalmente ao Secretário Leandro Queiroz Peixoto que se mostrou solícito, fornecendo dados essenciais ao trabalho e atuante de forma positiva mediante os dados obtidos, mobilizando outras secretarias e órgãos para implantação das medidas mitigatórias salientadas, ao Júlio Cezar Inácio Vieira por me acompanhar em todas as pesquisas de campo e nas coletas de água se mostrando um excelente conhecedor da região;

Ao Instituto Estadual do Ambiente do Parque Estadual do Desengano (INEA-PED), por acompanhar o projeto de pesquisa, fornecer transporte e pessoal para a coleta de água no período chuvoso, além de abrir espaço para a exposição do trabalho nas reuniões com os conselheiros do PED e no I Encontro Científico do Parque Estadual do Desengano;

Agradeço também aos servidores da Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental do Instituto Federal Fluminense (UPEA-IFF), pelas análises físico-químicas e microbiológicas, em especial a Carolina Ramos de Oliveira Nunes e ao Prof. Vicente de Paulo Santos de Oliveira pela presteza;

Aos profissionais da área de geoprocessamento Alex Lemos e Gabriel Guanabará pela confecção dos mapas para avaliação da vegetação ripária;

A todos que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

SILVA, Salomão Brandi da. **Proposta de matriz de impacto para caracterização de impactos socioambientais em áreas rurais: Estudo de caso da microbacia Rio do Colégio.** Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

O crescimento populacional e a demanda crescente por insumos ambientais tem levado a degradação dos ecossistemas, implicando direta ou indiretamente sobre a saúde humana. O presente trabalho teve por objetivo propor uma matriz de impacto para avaliar os impactos socioambientais na zona rural e validá-la na microbacia Rio do Colégio, situada ao sul no município de São Fidélis. A matriz reúne indicadores ambientais e da área da saúde, buscando relacionar as morbidades com as atividades exercidas ou condições sanitárias. A microbacia foi dividida em subáreas onde foram realizadas visitas, entrevistas e análise da qualidade da água em 15 pontos (período seco e chuvoso). Os dados obtidos na pesquisa de campo sobre a saúde populacional, saneamento rural e do uso dos recursos naturais, foram inseridos na matriz a fim de mensurar os impactos. A matriz de impacto elaborada se mostrou eficaz na avaliação de cada subárea da microbacia e na determinação de contaminações pontuais. A maior incidência de impactos relacionados ao esgotamento sanitário foi constatada na parte alta da microbacia, principalmente nas regiões de Santo Aleixo e Toca Fria. A falta de manejo com o gado foi um problema observado em toda a microbacia, no entanto, devido o quantitativo e a localização, a Fazenda Recreio se destacou negativamente. Houve um aumento significativo dos coliformes *E. coli* do ponto amostrado após a atividade pecuária em relação ao ponto a montante. Foi observado o consumo de água sem tratamento por toda a população da microbacia. Na parte alta a população se serve das nascentes livre da contaminação de esgotos domésticos, mas com acesso ao gado na maioria dos casos. A utilização das águas dos cursos principais, para abastecer as residências foi observado em 25,7% das residências analisadas, localizadas na parte média e baixa da microbacia (Barra do Brasil, Aracaju e Rio do Colégio). Altos índices de diarreias e verminoses coincidiram com as áreas de maior significância de impacto apontadas pela matriz. Foram apresentadas medidas mitigatórias de baixo custo econômico e de grande viabilidade para os impactos significativos caracterizados na microbacia. Tais medidas são fundamentais, caso os gestores municipais venham a utilizar essa microbacia para o abastecimento de água para a região.

Palavras-chave: Matriz de impacto; Indicadores de saúde; Saneamento básico rural; Saúde da população rural; Manejo na agropecuária; Vegetação ciliar.

ABSTRACT

SILVA, Salomão Brandi da. **Proposal of an impact matrix for the characterization of social and environmental impacts in rural areas: Case Study of Rio do Colégio watershed.** Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

Population growth and the increasing demand for environmental inputs have led to ecosystem degradation, resulting direct or indirect impact on human health. This study aimed to propose an impact matrix for assessing environmental impacts in rural area and validate it in Rio do Colégio watershed, located south in São Fidélis - RJ. The matrix combines environmental and health indicators with the aim to relate the morbidities with the activities developed or sanitary conditions. The watershed was divided into sub areas, interviews and home visits were carried out, and was analyzed of water quality at 15 points (dry and rainy season). The data obtained in field research about population health, rural sanitation and the use of natural resources, were inserted into the matrix in order to measure the impact. The elaborated impact matrix proved effective in determining punctual contamination and evaluation of each area of the watershed. The highest incidence of impacts related to sewage was detected in the upper watershed, especially in the regions of Santo Aleixo and Toca Fria. The lack of cattle management was a problem observed throughout the watershed, however, because of the quantity and location, the Fazenda Recreio stood as the worst sub-area. There was a significant increase in coliform *E. coli* sampled after the livestock activity in relation to the point upstream. It was observed the consumption of untreated water by the entire population of the watershed. In the high areas of the population use water that are free from contamination, even though the cattle is able to access the water. The use of the waters of the main courses to supply the homes was noted in 25.7% of the analyzed residences located in the middle and lowest sub areas of the watershed (Barra do Brasil, Aracaju and Rio do Colégio). High occurrence of diarrhea and worm infections coincided with the areas of greatest significance of impact indicated by the matrix. Mitigation measures at low economic cost and great benefit to reduce the significant impacts were presented. Such actions are essential if the municipal managers will use this watershed to the water supply for the region.

Keyword: Matrix impact; Indicators of health; Rural sanitation; Health rural population; Management in agriculture and livestock; Riparian vegetation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1- Comparação das emissões de metano geradas pela criação de gado de corte (Mt CO ₂ eq. por ano) entre 2008–30, em diferentes sistemas de produção. | 25 |
| Figura 2- Diagrama de sistemas representando um estabelecimento rural, e dimensões de consideração para avaliação de impacto ambiental do sistema APOIA-NovoRural..... | 30 |
| Figura 3 – Localização da microbacia Rio do Colégio no Município de São Fidélis (à direita), situado no Estado do Rio de Janeiro..... | 31 |
| Figura 4 – Regiões da microbacia Rio do Colégio (hachurada conforme legenda) delimitadas para estudo dos impactos socioambientais, no município de São Fidélis (trama em linhas vermelhas). | 32 |
| Figura 5 - Pontos estabelecidos para as coletas de água (1 ao 15) na microbacia Rio do Colégio (área hachurada em cinza), no município de São Fidélis (trama em linhas vermelhas). | 36 |
| Figura 6a – 6c – Matriz de impacto elaborada para caracterização e mensuração da significância dos impactos socioambientais pontuais e por região | 38 |
| Figura 7 - Distribuição do número de pessoas entrevistadas por região da microbacia Rio do Colégio. | 50 |
| Figura 8 – Total de residências e pessoas que possuem esgotamento a céu aberto ou nos cursos hídricos em relação ao total das residências e população entrevistada. | 52 |
| Figura 9 - Formas comuns de esgotamento sanitário na parte alta da microbacia Rio do Colégio. | 52 |
| Figura 10 - Esquema de montagem do clorador de água, desenvolvido pela EMBRAPA. | 57 |
| Figura 11 – Manejo inadequado do sistema de produção pecuária, amplamente observado na microbacia Rio do Colégio. a) Acesso do gado ao corpo hídrico; b) Proximidade da atividade pecuária aos cursos hídricos. | 60 |
| Figura 12- Sistema de produção intensivo das suinoculturas, observado na microbacia Rio do Colégio. Seta larga aponta para o curso hídrico e a Seta estreita para o chiqueiro. | 62 |
| Figura 13 – Taxa de internações por infecções intestinais no período 2013-2014 para a região Norte Fluminense. | 76 |
| Figura 14 – Resultado da pesquisa de campo para a utilização de vermífugos, distribuição por região da microbacia Rio do Colégio. | 78 |
| Figura 15 – Taxa de internações por dengue no Norte Fluminense no período 2013-2014 | 79 |
| Figura 16 – Resultado do pH nos 15 pontos amostrados na microbacia Rio do Colégio. | 82 |
| Figura 17 - Resultado da turbidez nos 15 pontos amostrados na microbacia Rio do Colégio. | 83 |
| Figura 18- Resultado para SDT nos 15 pontos amostrados na microbacia Rio do Colégio. .. | 84 |

| | |
|--|-----|
| Figura 19 – Correlação entre os resultados para Sólidos totais dissolvidos e Condutividade elétrica. | 85 |
| Figura 20 – Teor de OD encontrado nas amostras, comparado com a concentração máxima de OD em água destilada em relação à Temperatura (°C), proposto por Jordão e Pêsoa (2009).86 | 86 |
| Figura 21 – Concentração do Cloro Total (mg/L) nos 15 pontos coletados da microbacia Rio do colégio. | 87 |
| Figura 22 - Resultado microbiológico para coliformes termotolerantes (NMP) nos 15 pontos amostrados da microbacia Rio do Colégio. | 88 |
| Figura 23 - Subáreas da microbacia Rio do colégio- Toca Fria e Santo Aleixo (TS). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação do Ponto 1 de coleta. | 90 |
| Figura 24 –Subáreas da microbacia Rio do colégio- Fazenda Recreio (FR) e Ribeirão das Flores (RF). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta de 1ao 4. | 92 |
| Figura 25 –Subárea da microbacia Rio do colégio- Itacolumi (I). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 5 e 6..... | 93 |
| Figura 26 –Subáreas da microbacia Rio do colégio- Ribeirão das Flores (RF) e Tapera (T). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 4, 7 e 8. | 94 |
| Figura 27 –Subáreas da microbacia Rio do colégio- Tapera (T), Bufão (B) e Colégio de Cima (CC). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 8, 9 e 10. | 95 |
| Figura 28 – Subáreas da microbacia Rio do colégio- Bufão (B) e Colégio de Cima (CC). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 9,10 e 11. | 96 |
| Figura 29 –Subáreas da microbacia Rio do colégio- Colégio de Cima (CC) e Barra do Brasil (BB). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 11e 12. | 97 |
| Figura 30 – Subárea da microbacia Rio do colégio - Aracaju (A). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 12 e 13..... | 98 |
| Figura 31 – Subárea da microbacia Rio do colégio- Rio do Colégio (parte alta). Visualização dos pontos de turismo, residências desabitadas e dos Pontos de coleta 13 e 14. | 99 |
| Figura 32 –Subárea da microbacia Rio do colégio- Rio do Colégio (RC). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 14 e 15..... | 100 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Demonstrativo dos principais pesticidas e seus alvos. | 19 |
| Tabela 2 - Principais patógenos veiculados pela água em regiões em desenvolvimento. | 21 |
| Tabela 3 - Patógenos encontrados nos dejetos bovinos. | 24 |
| Tabela 4 - Dimensões e indicadores de impacto ambiental do sistema APOIA-NovoRural e unidades de medida utilizadas para caracterização em levantamentos de campo e laboratório. | 29 |
| Tabela 5 – <i>Check list</i> com os indicadores dos impactos socioambientais em estudo. | 33 |
| Tabela 6 - Coordenadas geográficas com referências locais de cada ponto de coleta. | 36 |
| Tabela 7 – Peso e fator multiplicador para o indicador de esgotamento sanitário. | 42 |
| Tabela 8 – Indicadores para a disposição do resíduo sólido, peso atribuído. | 43 |
| Tabela 9 – Atribuição de fatores multiplicadores ao manejo da pecuária. | 44 |
| Tabela 10 – Atribuição de valores ao indicador de agricultura comercial. | 45 |
| Tabela 11 – Índices atribuídos aos indicadores de saúde familiar e fator multiplicador adotado. | 46 |
| Tabela 12 – Enquadramento das residências ou região mediante a significância do impacto avaliado com a matriz. | 48 |
| Tabela 13 – Resultados dos indicadores para saneamento domiciliar na microbacia Rio do Colégio. | 51 |
| Tabela 14 - Resultados dos indicadores para origem da água consumida, | 54 |
| Tabela 15 – Resultados dos indicadores para a disposição dos resíduos domésticos, | 58 |
| Tabela 16 - Distribuição de criações na microbacia Rio do Colégio. | 59 |
| Tabela 17 – Quantitativo de animais por residência e resultados dos indicadores. | 60 |
| Tabela 18 – Resultados dos indicadores para preservação da mata ciliar. | 69 |
| Tabela 19 – Avaliação da vegetação ripária na área de APP, | 70 |
| Tabela 20 - Área de recuperação das nascentes e olhos d’água conforme. | 72 |
| Tabela 21 - Faixa marginal dos cursos hídricos a ser recuperada de acordo com a. | 73 |
| Tabela 22 - Resultados dos indicadores para saúde familiar na microbacia Rio do Colégio. | 74 |
| Tabela 23 - Distribuição por área na microbacia Rio do Colégio das morbidades relatadas .. | 75 |
| Tabela 24 - Resumo da relação entre matriz de impacto e as análises microbiológicas da água. | 101 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-------------------------|--|
| ANA | Agência Nacional de Águas |
| APA | Área de Proteção Ambiental |
| APOIA-Novo Rural | Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural |
| APP | Área de Proteção Permanente |
| ARPA | Áreas Protegidas da Amazônia |
| Cl₂ | Dióxido de Cloro |
| CE | Condutividade Elétrica |
| CEDAE | Companhia Estadual de Águas e Esgotos |
| CH | Corpo Hídrico |
| DALY | <i>Disability Adjusted Life Years</i> |
| DATASUS | Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde |
| DBO | Demanda Bioquímica de Oxigênio |
| DDE | Diclorodifenildicloroetano |
| DDT | Diclorodifeniltricloroetano |
| DRSAI | Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| ETE | Estação de Tratamento de Esgoto |
| GEE | Gases do Efeito Estufa |
| GEF | <i>Global Environment Facility</i> |
| Ha | Hectare |
| HCB | Hexaclorobenzeno |
| HCIO | Ácido Hipocloroso |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDH | Índice de Desenvolvimento Humano |
| iLP | Integração Lavoura-Pecuária |
| iLPF | Integração Lavoura-Pecuária-Floresta |
| INEA-PED | Instituto Estadual do Ambiente - Parque Estadual do Desengano |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| ISO | <i>International Organization for Standardization</i> |
| MDG | <i>Millennium Development Goals</i> |
| MF | Módulo Fiscal |
| NBR | Norma Brasileira |
| NMP | Número Mais Provável |
| NPK | Nitrogênio Fosforo Potássio |
| NTU | Unidades de Turvação Nefelométrica |
| OCI⁻ | Íon Hipoclorito |
| OD | Oxigênio dissolvido |

| | |
|---------------|--|
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PED | Parque Estadual do Desengano |
| pH | Potencial Hidrogeniônico |
| PNUMA | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente |
| POPs | Poluentes Orgânicos Persistentes |
| PRA | Programa de Regularização Ambiental |
| SPD | Sistema de Plantio Direto |
| STD | Sólidos Totais Dissolvidos |
| TME | Taxa de Mortalidade Específica |
| UNICEF | <i>United Nations Children's Fund</i> |
| UPEA | Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental |
| UV | Ultravioleta |
| WCED | <i>World Commission on Environment and Development</i> |
| WHO | <i>World Health Organization</i> |
| WWF | <i>World Wide Found for Nature</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1- INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 OBJETIVOS | 4 |
| 2.1 GERAL..... | 4 |
| 2.2 ESPECÍFICOS | 4 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 5 |
| 3.1 RECURSOS HÍDRICOS..... | 5 |
| 3.1.1 Características físico-químicas da água | 6 |
| 3.1.1.1 Temperatura | 6 |
| 3.1.1.2 Oxigênio dissolvido (OD) | 7 |
| 3.1.1.3 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)..... | 7 |
| 3.1.1.4 Condutividade Elétrica (CE)..... | 8 |
| 3.1.1.5 Turbidez/NTU;..... | 8 |
| 3.1.1.6 Potencial Hidrogeniônico (pH) | 9 |
| 3.1.1.7 Cloro Total | 9 |
| 3.2 SOLO..... | 10 |
| 3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS | 11 |
| 3.3.1 Impactos nos Recursos Hídricos | 12 |
| 3.3.1.1 Alteração das características físicas | 12 |
| 3.3.1.2 Alterações das características químicas | 13 |
| 3.3.1.3 Eutrofização | 14 |
| 3.3.1.4 Contaminação microbiológica | 14 |
| 3.3.2 Impactos no Solo | 16 |
| 3.3.2.1 Erosão..... | 16 |
| 3.3.2.2 Supressão da vegetação..... | 17 |
| 3.3.2.3 Poluição do solo | 17 |
| 3.3.2.3.1 Fertilizantes | 18 |
| 3.3.2.3.2 Defensivos | 19 |
| 3.3.2.3.3 Resíduos sólidos | 20 |
| 3.3.2.3.4 Esgotamento sanitário doméstico | 21 |
| 3.3.2.4 Pecuária | 22 |
| 3.3.3 Impactos Sociais | 25 |
| 3.4 INDICADORES AMBIENTAIS | 27 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 31 |
| 4.1 ÁREA DE ESTUDO | 31 |
| 4.2 PESQUISA DE CAMPO | 32 |
| 4.3 ANÁLISE DA ÁGUA..... | 34 |
| 4.4 ELABORAÇÃO DA MATRIZ DE IMPACTO PARA ZONA RURAL | 37 |
| 4.4.1 Indicadores de saneamento | 41 |
| 4.4.1.1 Coeficiente do indicador de Esgotamento Sanitário (Cie)..... | 41 |
| 4.4.1.2 Origem da água para consumo humano (Pa) | 42 |
| 4.4.1.3 Coeficiente de destinação do resíduo sólido doméstico (Cirs) | 43 |

| | |
|--|------------|
| 4.4.2 Indicadores para a utilização dos recursos naturais | 44 |
| 4.4.2.1 Coeficiente de indicador de criação de animais (Cic)..... | 44 |
| 4.4.2.2 Coeficiente de indicador referente à agricultura comercial (Cia) | 45 |
| 4.4.2.3 Peso para supressão da mata ciliar das nascentes (Ps)..... | 45 |
| 4.4.3 Indicadores de saúde familiar (Cis) | 46 |
| 4.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA | 48 |
| 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO | 50 |
| 5.1 CARACTERIZAÇÃO E MENSURAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS | 50 |
| 5.1.1 Indicadores - saneamento básico | 51 |
| 5.1.1.1 Esgotamento sanitário | 51 |
| 5.1.1.1.1 Medidas mitigadoras | 53 |
| 5.1.1.2 Água para consumo humano | 54 |
| 5.1.1.2.1 Medidas mitigadoras | 56 |
| 5.1.1.3 Descarte do resíduo sólido doméstico..... | 57 |
| 5.1.2 Indicadores – utilização dos recursos naturais | 58 |
| 5.1.2.1 Criação de animais | 58 |
| 5.1.2.1.1 Medidas mitigadoras e estruturais..... | 63 |
| 5.1.2.1.1.1 Dessedentação de criações..... | 63 |
| 5.1.2.1.1.2 Sistemas de produção na pecuária bovina | 63 |
| 5.1.2.1.1.3 Disposição dos dejetos animais..... | 67 |
| 5.1.2.1.1.4 Manejo das pisciculturas..... | 68 |
| 5.1.2.2 Supressão da mata ciliar..... | 69 |
| 5.1.2.2.1 Medidas mitigadoras | 71 |
| 5.1.2.3 Agricultura comercial..... | 74 |
| 5.1.3 Indicadores - saúde familiar | 74 |
| 5.1.3.1 Medidas mitigadoras | 79 |
| 5.2 ANÁLISE DA ÁGUA..... | 81 |
| 5.2.1 Análise físico- química da água | 82 |
| 5.2.1.1- pH | 82 |
| 5.2.1.2 Turbidez | 82 |
| 5.1.2.3 Sólidos totais dissolvidos (SDT)..... | 83 |
| 5.1.2.4 Condutividade elétrica (µs/cm)..... | 84 |
| 5.1.2.5 OD – Oxigênio dissolvido..... | 85 |
| 5.1.2.6 Cloro Total (mg/L)..... | 86 |
| 5.2.2 Análise Microbiológica | 87 |
| 5.3 RELAÇÃO ENTRE A SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS E AS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA..... | 89 |
| 6 – CONCLUSÃO..... | 103 |
| 7 – RECOMENDAÇÕES..... | 105 |
| 9- APÊNDICES..... | 120 |

1- INTRODUÇÃO

Historicamente o sucesso ou o declínio das civilizações, dependeu da forma com que utilizaram os recursos naturais. Para que uma civilização perdurasse por longo tempo era necessário que a utilização dos recursos naturais fosse racionalizada, possibilitando a sua renovação (RIBEIRO, 1998).

Enquanto a humanidade utilizava de hábitos nômades, de forma inconsciente, estava atuando de forma sustentável, permitindo a reconstituição natural da flora e fauna ao se deslocarem para outras áreas em busca de alimento. O desenvolvimento da agricultura permitiu a humanidade abandonar os hábitos nômades e se fixar em uma área, essa mudança cultural permitiu que o ser humano evoluísse ao conviver em sociedade e perpetuasse em número, ao mesmo tempo os recursos naturais foram se desgastando com o crescimento populacional e a demanda por alimentos (TRENNEPOHL, 2013).

A partir do século XVIII com os avanços tecnológicos, intensificou-se a degradação ambiental, um período marcado pelo aumento da utilização de matéria e energia acompanhado de uma “melhoria do padrão de vida da população”, gerando sérios problemas ambientais, devido às mudanças na quantidade insumos ambientais requeridos, provocando impactos negativos significativos, como a contaminação das águas, do solo e poluição ar, esgotando ou indisponibilizando os recursos naturais, além da proliferação de inúmeras doenças (RIBEIRO, 1998; TRENNEPOHL, 2013).

Malthus (1798) previu que o crescimento populacional seria incompatível com a disponibilidade de recursos, utilizando como exemplo a curva de crescimento da população local e mundial a cada 25 anos, demonstrou que mesmo havendo migrações das populações, faltaria alimento se a população continuasse a crescer no mesmo ritmo - exponencialmente.

A percepção de que o crescimento desenfreado estava levando a exaustão dos insumos ambientais, motivou em 1968, um encontro de líderes econômicos e expoentes acadêmicos a discutirem o assunto o que culminou no relatório do Clube de Roma em 1971, intitulado “Limites para o Crescimento” (*The limits to growth*), onde previa ser necessário reduzir o crescimento populacional, além de restringir o consumo de itens, evitando a sua produção.

Desde então a preocupação com meio ambiente e a pressão exercida pelo desenvolvimento ficou evidente nas conferências internacionais posteriores:

1972 - Conferência internacional de Estocolmo – tema norteador o ecodesenvolvimento, ou seja, produzir reduzindo a geração de emissões e racionalizar a utilização dos recursos naturais, criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA);

1983 – a Organização das Nações Unidas (ONU) cria a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (*World Commission on Environment and Development – WCED*), em 1987 a Norueguesa Bro Harlem Brundtland apresenta o relatório da reunião presidida por ela, com o tema “Nosso Futuro Comum” nele apresenta a necessidade do comprometimento de todos os Estados visando a sustentabilidade e perpetuação e equidade da humanidade (BRUNDTLAND COMMISSION *et al.*, 1987);

1992 – A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, conhecida internacionalmente como *Earth Summit*, Rio 92 ou Eco 92 teve como destaque os acordos estabelecidos entre 175 países na Declaração do Rio e a Agenda 21;

2012 – Na Rio +20 com o apoio de representantes 190 países reafirmou-se o compromisso de se estabelecer metas para um desenvolvimento sustentável, modelos de economia verde e erradicação da pobreza.

Lago (2006) discute as mudanças na postura do Brasil em relação ao meio ambiente nas conferências internacionais de Estocolmo (1972), Rio-92 (1992) e Joanesburgo (2002), onde na primeira a principal preocupação era o desenvolvimento econômico, com o princípio norteador de que os países detinham o total direito a utilizar os recursos ambientais conforme suas prioridades, sendo a poluição um problema restrito aos países desenvolvidos, na conferência do Rio-92, apesar de reafirmar a autonomia de cada país em decidir como utilizar os recursos naturais, o Brasil assume responsabilidades por impactos ambientais, ficando evidente pelo foco na preservação e utilização sustentável dos recursos naturais, propostas na Declaração do Rio de Janeiro (1992) e na Agenda 21 brasileira (BRASIL, 2004), em Joanesburgo ações preservacionistas são anunciadas como a criação do Parque Nacional do Tumucumaque e o Programa ARPA (Áreas Protegidas da Amazônia), tais mudanças se devem em parte pelo enfoque do Governo brasileiro e pela necessidade de adequação para captação de recursos do Banco Mundial, do *Global Environment Facility* - GEF (Fundo Global para o Meio Ambiente) e da ONG internacional *World Wide Found for Nature* - WWF (Fundo Mundial para a Natureza).

Devido à recessão econômica mundial, a conferência de 2012 voltou a sua atenção para o desenvolvimento econômico sustentável. Foram incluídos 283 itens que se apoiam nos pilares “erradicação da pobreza, economia verde e desenvolvimento sustentável”, o item 2 configura a erradicação da pobreza, como o maior desafio global para o desenvolvimento sustentável. Os itens 109 a 118 enfatizam a necessidade de revitalizar economicamente, socialmente e de forma sustentável o setor da agropecuária, melhorando a qualidade de vida do produtor rural e fornecendo subsídios como acesso a informações e tecnologias para produção sustentável. Os itens 119, 122 e 124 abordam a importância dos recursos hídricos para a saúde humana e dos ecossistemas (ASSEMBLY, UN 2012).

Portanto, com o crescimento populacional e o aumento constante da demanda por recursos naturais, exige mudanças imediatas, na maneira como o homem interage com o ambiente, buscando meios de produção que impactem menos o ambiente. Essa visão precisa estar presente em todas as instâncias governamentais, não governamentais (ONGs), empresas privadas e individualmente.

A microbacia Rio do Colégio selecionada para estudo se encontra totalmente localizada no Município de São Fidélis, sendo uma grande extensão situada na zona de amortecimento do Parque Estadual do Desengano – PED e da APA Rio do Colégio. Esta região é extremamente rica em mananciais, sendo de interesse de o Município utilizar, no futuro, esse recurso para o abastecimento da população.

Atualmente se faz necessário analisar a qualidade desse recurso, pois o mesmo é utilizado pela população local para subsistência e para atividades econômicas tais como: agricultura, pecuária e piscicultura. Até o momento, não se conhece a existência de impactos nos recursos ambientais e na da saúde população, já que se trata de um trabalho pioneiro. Desta forma são necessários estudos para avaliar as reais condições socioambientais, assim como o manejo das atividades agropecuárias, apresentando propostas sustentáveis no caso da caracterização de impactos significativos.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Propor e validar uma matriz de impactos socioambientais em áreas rurais da microbacia do Rio Colégio.

2.2 ESPECÍFICOS

- Elaborar uma matriz de impacto para se mensurar a significância dos impactos socioambientais constatados;
- Levantar dados sobre a disposição dos resíduos sólidos, esgotamento sanitário e atividades econômicas potencialmente impactantes;
- Identificar sintomas que caracterizem doenças transmitidas pela água ou solo;
- Averiguar a qualidade físico-química e microbiológica dos cursos hídricos principais;
- Caracterizar os impactos socioambientais significativos na área de estudo;
- Propor medidas mitigadoras para os impactos constatados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 RECURSOS HÍDRICOS

A água possui características fundamentais para a manutenção da vida dos organismos terrestres, pode ser encontrada nos três estados físicos da matéria no planeta terra, sendo o estado líquido o mais abundante perfazendo aproximadamente 98,5%, no entanto, apenas uma pequena parcela (0,003%) encontra-se disponível economicamente para o consumo humano, além disso, a distribuição da água doce não ocorre de maneira homogênea devido a fatores geológicos e climáticos (BRAGA *et al.*, 2005), Ana (2011) cita que apenas o volume de 2000Km³ flui pelos rios de todo o mundo, Dajoz (2005) apresenta valores de disponibilidade de recursos hídricos de forma mais precisa, 2,6% ou 36,02 milhões Km³ representando toda água doce presente no planeta, sendo que 27,8 milhões de Km³ localizados em geleiras, 8,3 milhões de Km³ nas águas subterrâneas e finalmente as águas superficiais (rios e lagos) perfazem apenas 225.000 de Km³. Os autores corroboram que os recursos hídricos são escassos e limitados, fazendo desse um bem precioso.

Este recurso indispensável à vida tem sido cada vez mais ameaçado com o crescimento populacional e crescente demanda por água de qualidade para fins domésticos e atividades econômicas como produção agropecuária, mineração, produção industrial, geração de energia, levando degradação dos recursos hídricos, indisponibilizando para o consumo humano (CARR e NEARY, 2008). Braga *et al.* (2005) e Medeiros *et al.* (2011), concordam e complementam que utilização da água, não se restringe ao uso para dessedentação humana, mas para uma diversidade de atividades inerentes a nossa espécie, como a irrigação, dessedentação de animais, aquicultura, geração de energia, abastecimento de domicílios e indústrias, recreação. No entanto, dentre os fins mais nobres para a utilização dos recursos hídricos, está o abastecimento humano, desta forma, as zonas rurais merecem especial atenção, devido à carência de infraestrutura para o abastecimento com água potável (PINTO *et al.*, 2012).

Torna - se necessário o uso racional e sustentável dos recursos naturais, visando manter a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, a legislação brasileira regulamenta o uso e o tipo de efluente que pode ser lançado nos corpos hídricos, abaixo se encontra alguns desses marcos legislativos dos recursos hídricos:

1934 - Criação do Código de Águas (Decreto 24.643, de 10/07/1934);

1997 - Aprovada a Lei no 9.433, de 08/01/1997, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

2000 – Sanciona a Lei 9.984, de 17/07/2000, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

2005 – A resolução 357 de 17/03/2005 classifica as águas de acordo com a utilização e estabelece limites e\ ou condições para os diferentes usos.

2011 – A Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Conforme apresentado na Resolução 357/2005 e a Portaria 2914/2011, o que define a qualidade das águas e o seu respectivo uso são as características físico-químicas e microbiológicas.

3.1.1 Características físico-químicas da água

3.1.1.1 Temperatura

Os corpos hídricos sofrem naturalmente oscilações na temperatura devido a fatores climáticos, temporais e espaciais nas colunas d'água, além disso, as águas superficiais estão mais suscetíveis a variações na temperatura (CETESB, 2003; CETESB, 2009).

A temperatura da água tem um importante papel na reprodução e migração de muitos organismos, modificações nas temperaturas naturais dos corpos hídricos podem interferir na produtividade de um ecossistema, reduzindo o número de espécimes de peixes, crustáceos e outros organismos. O oxigênio assim como outros gases se dissocia da água à medida que a temperatura aumenta, prejudicando as funções metabólicas de muitos organismos (ANA, 2011; CARR e NEARY, 2008).

A legislação não determina a temperatura para a água potável, porém, a água fresca é mais aceitável para o consumo, além disso, o aumento da temperatura modifica as características físico-químicas da água tornando-a indesejável (WHO, 2011; HELLER, 2006).

3.1.1.2 Oxigênio dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido presente nas águas provém da difusão do oxigênio atmosférico com as águas superficiais, ou pela rápida movimentação das massas d'águas em cursos lóticos como cachoeiras, riachos e corredeiras ou ainda pela fotólise da água no processo de fotossíntese (CARR e NEARY, 2008).

A concentração de OD depende da temperatura, da concentração de sólidos dissolvidos, da pressão atmosférica parcial e da quantidade de matéria orgânica, devido ao consumo do oxigênio na respiração celular dos organismos que se nutrem da matéria orgânica disponível (DBO- demanda bioquímica de oxigênio) (BAIRD, 2002; SPERLING, 2005; CARR e NEARY, 2008).

A temperatura afeta a velocidade das reações químicas interferindo na taxa fotossintética das algas e plantas aquáticas e sobrevivência de organismos, a dissolução do oxigênio na água, assim como qualquer gás também é afetada pela temperatura, sendo as taxas de OD inversamente proporcional à temperatura (CARR e NEARY, 2008), os autores associam altas taxas de oxigênio, com águas de boa qualidade.

3.1.1.3 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os sólidos totais dissolvidos incluem toda a matéria (com exceção dos gases) que atravessam uma membrana filtrante com porosidade de 1,2 μ m, logo os sólidos totais incluem matéria orgânica e os sais minerais (HELLER & DE PÁDUA 2006; SPERLING, 2005), principalmente cálcio, magnésio, potássio, sódio, cloretos, bicarbonatos e sulfatos e outros sais em menor quantidade que conferem o sabor salino (BRAGA *et al.*, 2005; WHO, 2011; BASTOS *et al.*, 2006).

Os STD tem origem a partir de fontes naturais ou advindos de atividades antrópicas, efluentes domésticos e industriais, agropecuária (WHO, 2011; BASTOS *et al.*, 2006).

A água torna-se indesejável ao atingir concentração de STD acima de 1000 mg. L⁻¹ (WHO,2011; BASTOS *et al.*, 2006).

A Cetesb (2003; 2009) salienta que altos teores de SDT, podem reter bactérias e resíduos orgânicos, além disso, altos teores de sais de sulfato e cloreto conferem sabor a água e provoca a corrosão de sistemas de distribuição.

3.1.1.4 Condutividade Elétrica (CE)

Segundo Carr e Neary (2008) e Apha (1999), condutividade elétrica (CE) é a capacidade da água em conduzir eletricidade entre dois eletrodos e está relacionado concentração de íons dissolvidos. Desta forma a CE permite quantificar de modo rápido a quantidade de sólidos totais (HELLER & DE PÁDUA 2006).

Outro fator que influência a condutividade elétrica é a oscilação da temperatura, a CE acentua-se com o aumento da temperatura, portanto, as análises de CE são realizadas de forma padrão a 25°C (DOHNER *et al.*, 1997).

Cabe ressaltar que ao se estabelecer a CE para determinado corpo hídrico, após varias análises, o índice médio constatado, poderá constituir um indicador, já que os corpos hídricos apresentam uma faixa relativamente constante de condutividade, desta forma, alterações significativa, indicaria o lançamento de efluentes de alguma fonte poluidora (DOHNER *et al.*, 1997).

3.1.1.5 Turbidez/NTU;

De modo simplificado a turbidez refere-se à transparência da água, quanto maior for o índice de sólidos em suspensão mais turva a água se apresentará e maior será o índice de turbidez mensurado (CARR e NEARY, 2008; BASTOS, 2006), a Cetesb (2003; 2009) definem turbidez como a atenuação da radiação solar que penetra as águas, devido a absorção ou refração do comprimento das ondas eletromagnéticas pelas partículas em suspensão.

Em corpos d'água lênticos e profundo a turbidez pode ser obtida com disco de Secchi, composto com faixas branco e preto, o mesmo é introduzido na água e à medida que aprofunda nas colunas d'água observa-se visualmente o disco, até o ponto em que esse desapareça, a zona visível com o disco é a zona fótica e a extensão desta, está relacionada à turbidez (DOHNER *et al.*, 1997). Outro método bastante utilizado é a medição da turbidez

com nefelômetros ou turbidímetro obtendo o resultado em unidades de turvação nefelométrica (NTU) (WHO, 2011), esse método se baseia na medição por receptores fotoelétricos da dispersão da luz em um ângulo de 90° a partir do ponto de inserção de uma fonte de luz, utilizando como referência o padrão de 4000 UTM, para a suspensão primária com polímero formazina (APHA, 1999).

3.1.1.6 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é uma medida de acidez ou alcalinidade definido pelo logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio (JORDÃO e PESSÔA, 2009; SPERLING, 2005). A acidez natural dos corpos hídricos ocorre pela presença de ácidos fortes e fracos como os ácidos carbônicos e húmicos, além de ácidos provenientes da hidrólise de sais metálicos, já alcalinidade está relacionada à presença das bases carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, fosfatos, silicatos entre outras (HELLER, 2006).

Segundo Bastos *et al.* (2006) devido a capacidade de tamponamento as fontes de águas naturais possuem o pH próximo de sete, no entanto, vários fatores naturais como o tipo de solo e a atividade fotossintética dos organismos aquáticos podem alterar o pH.

Ao realizar o tratamento de água é de suma importância verificar os valores do pH para cada etapa do processo de tratamento, principalmente na coagulação, floculação e desinfecção. Por exemplo, ao realizar a cloração, o pH um pouco ácido, se mostra mais eficiente na eliminação de micro-organismos, devido a formação mais elevada do ácido hipocloroso, um potente desinfetante, no entanto, níveis muito baixo de pH promovem a corrosão dos sistemas de tratamento e abastecimento. (CETESB, 2003; CETESB, 2009; BASTOS *et al.*, 2006)

Segundo a legislação (PORTARIA do MS 518/2004; RESOLUÇÃO 357/2005 e a PORTARIA 2914/2011) o pH para a potabilidade da água deve estar entre 6 e 9.

3.1.1.7 Cloro Total

O dióxido de cloro (Cl_2) é amplamente utilizado em indústrias e residências para diversas finalidades, ao ser adicionado a água, o cloro molecular gasoso Cl_2 , reage com a água

formando o ácido hipocloroso (HClO), potente agente desinfetante capaz de atravessar a membrana de micro-organismos provocando sua morte e o íon hipoclorito (OCl^-) que é menos eficiente devido a sua carga elétrica. Tanto o HClO quanto o OCl^- são monitorados em estações de tratamento de água e constituem o cloro residual livre, a concentração desses íons é direcionada pelo pH do meio, em ambiente com o pH demasiadamente alto se produz em maior concentração o íon hipoclorito e em pH mais baixo o ácido hipocloroso (BAIRD, 2002; BASTOS *et al.*, 2006).

Ao ser lançado nos corpos hídricos o dióxido de cloro reage com a matéria orgânica e metais, formando o cloro combinado, que não age como desinfetante e ainda pode gerar resíduos tóxicos como cloraminas e compostos orgânicos voláteis (CERNA, 2008).

O cloro total inclui as formas residuais e as formas combinadas, constituindo um indicador de contaminação antropogênica em mananciais, já que o dióxido de cloro, cloreto de sódio e clorato de sódio encontrado no ambiente, é proveniente da água tratada (WHO, 2011) efluentes domésticos ou industriais. A Portaria 518/04 determina como padrão de potabilidade a concentração máxima de 0,01mg/l de cloro residual total.

3.2 SOLO

A denominação solo inclui um conjunto de corpos naturais dinâmicos, formado por minerais, matéria orgânica, água e gases, ocupando a maior parte da superfície da crosta terrestre, oferecendo suporte à vida (EMBRAPA, 2006).

Diferentes profissionais tais como agricultores, engenheiros civis, economistas, ecologistas manifestam opiniões diversificadas com relação ao conceito de solo, baseando principalmente na relevância do objeto para cada um, porém todos concordam que o solo pode ser conceituado como uma camada de rochas degradadas por processos intempéricos, combinado com matéria orgânica (húmus), água e ar atmosférico (BRAGA *et al.*, 2005; EMBRAPA, 2006).

Os fatores intempéricos como o clima (pluviosidade, umidade e temperatura) e a biota (vegetação, micro-organismos), assim como o tipo de rocha matriz, o relevo e tempo, influenciarão no tipo solo e tempo de formação, ocorrendo de forma mais acentuada nas regiões tropicais e lentamente nas regiões áridas e temperadas, respectivamente formando solos mais porosos e profundos e menos porosos e profundos. A capacidade de armazenar

água no solo está diretamente ligada a sua porosidade e profundidade, portanto, o solo e sua biota influenciam no ciclo hidrológico (BRAGA *et al.*, 2005).

Ao examinar o solo verticalmente, observa-se a disposição em camadas horizontais a partir da rocha matriz, estando a camada superficial em constante modificação devido a movimentações de massa e transformações físico-químicas, influenciada pelo clima, biota ou por atividades antrópicas (EMBRPA, 2006).

Segundo Leonardo (2003), a qualidade física do solo é importante para a saúde de uma microbacia hidrográfica, já que o solo é responsável por vários processos hidrológicos como infiltração, escoamento superficial e profundo nos lençóis freáticos, além de conter os nutrientes essenciais para o desenvolvimento da vegetação.

3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS

Frequentemente impactos ambientais estão associados a enormes desastres ambientais (SÁNCHEZ, 2013), como o vazamento de petróleo, grandes áreas desmatadas ou queimadas, no entanto, esse conceito é mais amplo envolvendo qualquer alteração do ambiente ou de seus componentes por ação antrópica (WESTMAN, 1985; WATHERN, 1988 *apud* SÁNCHEZ, 2013).

Moreira (1985) restringe impacto ambiental, a qualquer alteração “significativa” no ambiente por intervenção antrópica, mas ressalva que nem todas as consequências dessas ações, necessariamente serão classificadas como impacto ambiental ou significativo, desta forma, a classificação das ações humanas sobre o ambiente, como impactantes são subjetivas, ficando a mercê de opiniões técnicas, sociais ou políticas.

Neste trabalho adotou-se o conceito contido no CONAMA nº 1 de 1986, art. 1º onde apresenta uma definição mais detalhada, abordando que os impactos podem ocorrer no meio físico, químico ou biótico sendo causada por qualquer forma de matéria ou mesmo energia proveniente de atividades humanas e que venham interferir na saúde, segurança, qualidade de vida, atividades econômicas e na qualidade dos recursos naturais. A norma internacional ISO 14.001(2004) (item 3.7) salienta que os impactos podem ser negativos ou positivos.

A seguir serão analisados separadamente os possíveis impactos nos recursos hídricos e no solo, que possam ser constatados em regiões rurais, os impactos atmosféricos não serão

abordados, por se tratar de uma região com baixa densidade populacional e por não possuir indústrias e tráfego significativo de veículos.

3.3.1 Impactos nos Recursos Hídricos

Os impactos relacionados aos recursos hídricos podem reduzir a sua quantidade ou a qualidade (BRAGA *et al.*, 2005), tornando-os escassos ou indisponibilizando-os para fins nobres, como a dessedentação humana, animal ou irrigação de alimentos ingeridos crus (CONAMA, 2005). A seguir serão apresentados impactos que alteram as características físico-químicas e microbiológicas da água, interferindo na sua qualidade e restringindo as possibilidades de uso.

3.3.1.1 Alteração das características físicas

A poluição térmica advinda de efluentes de indústrias, lançamentos de material particulado ou orgânico, redução do sombreamento com a supressão da vegetação ciliar ou represamento, são atividades que podem trazer graves problemas ao ecossistema (CARR e NEARY, 2008; CETESB, 2003; CETESB, 2009).

O aumento turbidez causado pelo aumento de partículas de argila ou lodo, lançamento de esgoto doméstico, efluentes industriais, lixiviação de material advindo da agropecuária, pode conter compostos tóxicos e principalmente a organismos patogênicos, além dos riscos a saúde essas partículas tornam a água turva, esteticamente indesejável para o consumo (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1998 *apud* FUNASA, 2013; DOHNER, ERIC *et al.* 1997; JORDÃO e PESSÔA, 2009; SPERLING, 2005; PALHARES e GEBLER, 2014; MERDEIROS e ARAÚJO, 2011).

Segundo WHO (2011) micro-organismos como vírus, bactérias, e protozoários se ligam as partículas em suspensão, sendo o processo de desinfecção ineficaz em altos índices de turbidez, acarretando prejuízos à saúde, sendo de suma importância o processo de filtração para a redução da turbidez antes do processo de desinfecção.

Dohner, *et al.* (1997), Cetesb (2003; 2009) acrescentam que a turbidez elevada aumenta a temperatura da água pela absorção da radiação solar pelas partículas suspensas, interferindo nos processos fotossintéticos, alterando a composição dos gases dissolvidos incluindo o oxigênio, reduzindo as taxas de OD influenciando a sobrevivência de muitas espécies e modificando o tipo de uso desse recurso.

O desenvolvimento econômico na agropecuária tem sido um dos grandes vilões com relação a esse tipo de impacto, a pecuária extensiva e sem planejamento promove a compactação do solo, perda da cobertura vegetal, erosão das margens dos corpos hídricos, já na agricultura a movimentação da terra pelo processo de aração e a utilização de adubos e defensivos tem acarretando o arraste de grande quantidade de solo, matéria orgânica e produtos químicos, alterando de forma significativa a turbidez das águas (VANZELA *et al.*, 2010).

3.3.1.2 Alterações das características químicas

Substâncias químicas dissolvidas na água podem se originar de fontes naturais como dissolução de rochas, reprodução de bactérias, algas e plantas aquáticas, lixiviação do solo ou ter origem antropogênica como efluentes domésticos e industriais ou lixiviação de produtos utilizados na agropecuária (BASTOS *et al.*, 2006).

Segundo Braga *et al.* (2005), o lançamento de matéria orgânica, detergentes, ou mesmo poluentes orgânicos recalcitrantes como os defensivos agrícolas, alteram as taxas de oxigênio dissolvido (OD), adicionam substâncias que podem bioacumular nos organismos ou permitir uma proliferação exagerada de determinadas espécies. Além disso, substâncias contaminantes podem interagir, amplificando os impactos socioambientais, de forma mais intensa que os efeitos cumulativos de apenas um poluente (ANA, 2011).

Outra preocupação é que determinados compostos não podem ser removidos por tratamento convencional da água (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção), necessitando de tratamentos complementares como resinas de troca iônica ou adsorção em óxidos metálicos hidratados, para a remoção de contaminantes como selênio, bário estrôncio, e rádio, urânio, cromo, fluoreto, entre outros (AWWA, 1999), inviabilizando a água para consumo humano e animal em muitos lugares, devido às exigências tecnológicas e a carência de recursos financeiros.

Em seguida serão abordados dois impactos provenientes do lançamento de matéria orgânica e/ou nutrientes nos corpos hídricos.

3.3.1.3 Eutrofização

A incorporação de nutrientes como nitrogênio e fósforo aos corpos hídricos, advindo do escoamento dos produtos utilizados na agropecuária, lançamento de efluentes domésticos e industriais, processo denominado de eutrofização, aumenta a produtividade primária com a multiplicação de cianobactérias, algas e plantas aquáticas (ANA, 2011; DOHNER *et al.*, 1997; CARR e NEARY, 2008).

Carr e Neary (2008) e Dohner *et al.* (1997) salientam que os nutrientes limitantes ao desenvolvimento acentuado dos produtores primários são o nitrogênio e o fósforo, já que os outros minerais necessários em pequenas concentrações (micronutrientes) como o ferro e manganês, estão disponíveis nos corpos hídricos.

A proliferação superficial de organismos fotossintetizantes forma uma barreira à penetração de a luz solar, reduzindo os níveis de oxigênio dissolvido, levando a morte de boa parte da fauna local, a restrição de oxigênio e o acúmulo de matéria orgânica nos leitos promove o estabelecimento de uma microfauna anaeróbia, liberando gás metano e sulfídrico, além de substâncias que alteram a composição química como fósforo, amônia, ferro, manganês, inviabilizando esse recurso para consumo e irrigação (BRAGA *et al.*, 2005; Dajoz, 2005; ANA, 2011).

A CETESB (2003, 2009) cita a clorofila *a*, como indicador do estado trófico dos corpos hídricos, visto que dentre os pigmentos fotossintetizantes (carotenoides, ficobilinas e clorofilas *a*, *b*, *c*, e *d*), essa é a mais abundante, perfazendo de 1 a 2% do peso seco da matéria orgânica do fitoplâncton.

3.3.1.4 Contaminação microbiológica

A maioria dos micro-organismos presentes nos ecossistemas aquáticos, não causam prejuízos à saúde além de sua importância para o equilíbrio ecológico, por outro lado, a contaminação com organismos patogênicos indisponibiliza ou oferece limitações ao tipo de uso dos recursos hídricos, sendo provavelmente o problema mais significativo nos países em desenvolvimento (CARR e NEARY, 2008).

Através da água inúmeras doenças podem ser veiculadas, sendo responsáveis por um percentual significativo de morbidades, óbitos e internações hospitalares. As principais classes de organismos patogênicos encontrados na água, fungos, viroses (hepatite A, poliomielite), infecções bacterianas (leptospirose, febre tifoide, disenterias, cólera),

protozoonoses (amebíase, giardíase) e verminoses (ascaridíase, teníase, esquistossomose), tem origem no esgotamento sanitário inadequado (BRAGA *et al.*, 2005 ; JORDÃO e PESSÔA, 2009; CARR e NEARY, 2008), sendo lançado diretamente nos cursos hídricos ou indiretamente através do solo (fossas rústicas ou a céu aberto).

O monitoramento de micro-organismos nos recursos hídricos é de grande importância para detectar organismos patogênicos, evitando a sua ingestão antes tratá-la. Micro-organismos indicadores são utilizados para sugerir a presença de patógenos, os mais utilizados são indicadores fecais: organismos que indicam a presença contaminação fecal por animais ou humanos (CARR e NEARY, 2008).

Segundo Braga *et al.*(2005), Bastos *et al.* (2006) e WHO (2011), os organismos mais comumente utilizados como indicadores de contaminação fecal por animais de sangue quente ou humanos são as bactérias termotolerantes ou fecais, sendo a bactéria *Escherichia coli* a mais utilizada por algumas razões:

- Além de existir em grande quantidade nas fezes, sua origem é exclusivamente do intestino de animais, excluindo outras fontes poluidoras;
- Não se reproduzem no ambiente, portanto, a concentração encontrada nos recursos hídricos é proporcional à quantidade de matéria fecal lançada;
- São organismos que apresentam resistência similar aos patógenos encontrados nas fezes, logo a ausência da *E. coli*, reduz as possibilidades de existência de organismos patogênicos;
- A sua caracterização e quantificação é relativamente simples, sendo possível encontrar a concentração (Número Mais Provável – NMP) em amostras diluídas.

Ashbolt (2004) ressalta a importância de se relacionar o indicador apropriado para o grupo de patógenos de interesse, já que não existe um indicador universal, muitas vezes atribuído aos coliformes termotolerantes (ou fecais) como a *E. coli.*, sendo assim a não observância da presença do indicador utilizado, não torna o corpo d'água amostrado como seguro para consumo (Grifo do autor).

3.3.2 Impactos no Solo

A mudança de hábitos nômades para sedentários na espécie humana alterou a forma de como o solo era visto e utilizado, passando de um suporte de deslocamento para um substrato de cultivo e subsistência, no entanto, essa mudança comportamental implicou em alterações no solo que com o passar do tempo e consequente acentuação da improdutividade (devido ao manejo inadequado) culminou no desaparecimento de muitas culturas, desde então, a humanidade vem se preocupando com uso sustentável desse recurso (BRAGA *et al.*, 2005).

No entanto, segundo Carvalho e Nunes (2002) a agricultura moderna ainda exerce grande pressão sobre os recursos naturais, a utilização de tecnologias tem permitido uma superexploração do solo, com aumento da produtividade e ganhos econômicos, ao mesmo tempo gerado um enorme passivo ambiental, com a compactação, erosão e aquecimento do solo devido à exposição do mesmo no processo de aração, somados a salinização e impermeabilização, gerados pela intensa adubação química e calagem corretiva, tem ameaçado ecossistemas e a disponibilidade de recursos.

3.3.2.1 Erosão

Caracteriza-se pela movimentação das partículas do solo, transportadas pela água, sendo agravado pelo relevo, regime de pluviosidade e principalmente pela falta de cobertura vegetal. A erosão natural fornece minerais e matéria orgânica aos corpos hídricos, porém atividades antrópicas alteram as taxas de erosão, interferindo nos ecossistemas aquáticos (ANA, 2011), dentre os principais problemas acarretados pela erosão, Vanzela *et al.* (2010), Medeiros *et al.* (2011) e Medeiros e Araújo (2011) citam o assoreamento dos corpos hídricos, deterioração da qualidade e quantidade da água pelo arraste de sedimentos e matéria orgânica, resultando na redução da biodiversidade. Vanzela *et al.* (2010) acrescentam que tais impactos interferem na produtividade agropecuária, acarretando prejuízos para o setor.

O manejo inapropriado do solo como a introdução de monoculturas e aração, pode levar a escassez de nutrientes, necessitando de uso intensivo de adubos químicos, levando a salinização do solo, tendo como consequência a redução da cobertura vegetal e acentuação dos processos erosivos (BRAGA *et al.*, 2005; CARVALHO e NUNES 2002), além disso, ao ser lixiviada a matéria orgânica presente no solo, reduz a coesão entre as partículas do solo, agravando ainda mais o problema (BRAGA *et al.*, 2005).

Bertol *et al.* (2007) salienta que o principal agente poluidor dos mananciais é a erosão hídrica do solo nos meios de cultura de lavouras, devido ao arraste dos nutrientes.

3.3.2.2 Supressão da vegetação

O bioma de Mata Atlântica encontra-se reduzido a apenas 7,84% da cobertura original de 1.300.000 Km², sendo o segundo mais ameaçado do planeta, razão pela qual o Presidente da República vetou o art. 27 da Lei 11.428/06 que autorizava a exploração seletiva deste bioma. Apesar de tal devastação, o bioma apresenta uma biodiversidade incomparável (20.000 espécies de angiospermas, 264 espécies de mamíferos, 849 espécies de aves, 197 espécies de répteis e 340 de anfíbios).

Segundo Trennepohl (2013), a conservação dos fragmentos de Mata Atlântica, torna-se imprescindível, não somente para a conservação das espécies da flora e fauna, mas também para sustentar o grande contingente de brasileiros (120 milhões) que residem nesse bioma, já que a manutenção das nascentes que abastecem as cidades, a estabilidade do clima e do solo, está intimamente relacionada à preservação da vegetação.

A vegetação de grande interesse nesse trabalho é a vegetação localizada as margens dos cursos hídricos e nascentes, denominadas de matas ciliares ou vegetação ripária devido a sua influência na qualidade das águas. Segundo Lima e Zakia (2000) e Medeiros *et al.* (2011) as matas ciliares das microbacias tem o papel de reter partículas e nutrientes, funcionando como um filtro e reciclando os nutrientes que seriam carregados para os cursos hídricos, desta forma, as matas ciliares são essenciais para a manutenção da qualidade e volume hídrico das microbacias. Medeiros *et al.* (2011) e Medeiros e Araújo (2011) acrescentam que as bacias hidrográficas florestadas apresentam qualidade das águas superior em relação às bacias submetidas a usos alternativos como a agricultura e pecuária.

Correll (1997) afirma que a vegetação ripária converte os compostos nitrogenados devido a uma combinação de fatores como desnitrificação, bioacumulação e retenção no solo, além disso, nas inundações a vegetação atua como um filtro retendo partículas e compostos orgânicos e químicos no solo ou ligado a serapilheira.

3.3.2.3 Poluição do solo

A demanda de recursos naturais aumenta à medida que a população cresce, o estilo de vida também está associado à quantidade de insumos - maior produtividade de alimentos,

geração de energia, ocupação territorial, ampliação de estradas – as consequências dessa intensa exploração geram prejuízos ao meio ambiente, caracterizando impactos ambientais negativos (BRAGA *et al.*, 2005).

A necessidade de se produzir mais alimento, leva ao desmatamento para a ampliação de áreas de cultivo e pecuária, ao uso de compostos que aumenta a produtividade – adubos químicos, hormônios – e previnam ou combatam o aparecimento de pragas ou doenças – defensivos agrícolas, vacinas. Aliadas a essas atividades, a ocupação territorial gera uma série de impactos sobre o meio a fim de saciar as necessidades básicas do ser humano, geração de resíduos sólidos e efluentes domésticos e industriais, discutiremos os impactos causados pelo uso de fertilizantes e defensivos, pela pecuária, disposição irregular dos resíduos sólidos e esgotamento sanitário doméstico no solo.

3.3.2.3.1 Fertilizantes

Os minerais ou nutrientes podem ser divididos em micro e macronutrientes de acordo com a proporção necessária ao desenvolvimento dos vegetais, ocorrendo carência de quaisquer nutrientes haverá perdas na produtividade (DIAS e FERNANDES, 2006).

Os fertilizantes repõem os nutrientes perdidos pelo solo, pela assimilação dos vegetais ou por lixiviação, o adubo químico NPK hidrossolúvel, contém os principais macronutrientes necessários ao desenvolvimento das culturas (RODRIGUES *et al.*, 2002).

Segundo Braga *et al.* (2005), o uso de fertilizantes se torna necessário para atender a crescente população humana, no entanto, o uso indiscriminado leva ao acúmulo de macro e micronutrientes no solo, reduzindo a produtividade e elevando a concentração dos minerais nos tecidos vegetais a níveis preocupantes, com relação a sua assimilação.

Carr e Neary (2008) alertam com relação ao excesso de nitrogênio, provinda da adubação mineral ou orgânica nas culturas, resultado em processos de eutrofização dos corpos hídricos e morbidades como a metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul), pela ingestão de água ou vegetais com altas concentrações de nitratos, que inativa a hemoglobina neste estado, reduzindo o transporte de oxigênio, resultando em óbito em crianças com poucos anos de vida. Além disso o enriquecimento de nutrientes nos cursos hídricos (principalmente fósforo e nitrogênio), devido ao lixiviamento de fertilizantes de lavouras próximas aos cursos hídricos, torna as águas impróprias para o consumo, devido ao excesso de nitrogênio ou toxinas de cianobactérias oriundas do processo de eutrofização.

Desta forma a exploração intensiva dos solos, utilizando a agricultura convencional, deve ser repensada, sendo necessária a implantação de novas tecnologias e mudanças na forma do manejo, para a recuperação do solo degradado, evitando o contínuo empobrecimento químico do mesmo, o que acarreta em alterações na biota e na sua estrutura física, além prejuízos econômicos ao produtor, na saúde da população e alterações ambientais significativas (RODRIGUES *et al.*, 2002).

3.3.2.3.2 Defensivos

De acordo com Baird (2002) e AWWA (1999), defensivos ou pesticidas são substâncias que interferem nas atividades metabólicas dos organismos que se deseja eliminar, a Tabela 1 apresenta alguns exemplos:

Tabela 1 - Demonstrativo dos principais pesticidas e seus alvos.

| Pesticidas e Seus Alvos | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Tipo | Organismo alvo |
| Bactericida | Bactérias |
| Fungicida | Fungos |
| Herbicida | Plantas |
| Inseticida | Insetos |
| Raticida | Ratos |

Fonte: Baird, (2002) p. 317.

Apesar de seu grande sucesso em eliminar vetores de doenças humanas e pragas na agricultura, grandes impactos ambientais ficaram evidentes (BAIRD, 2002; BRAGA *et al.*, 2005; CARR e NEARY, 2008), como aspectos negativos dos defensivos podemos citar:

- Os compostos orgânicos utilizados – ex: organoclorados – não são degradados no ambiente e se acumulavam nos tecidos gordurosos dos animais, processo denominado de biomagnificação trófica ou bioacumulação, os seus efeitos foram percebidos quando o número das águias-calva reduziu drasticamente, devido à fragilidade dos ovos pela interferência do DDE – diclorodifenildicloroetano (metabólito do DDT diclorodifeniltricloroetano), na enzima que regula a distribuição do cálcio. Os inseticidas são inespecíficos, dizimando várias espécies, causando desequilíbrios ecológicos.
- Algumas das substâncias utilizadas no passado e ainda emitida por processos de combustão e indústrias químicas como o HCB (hexaclorobenzeno), podem causar câncer, conforme comprovado em roedores de laboratórios.

- Os subprodutos derivados dos defensivos por processos fotoquímicos ou microbiológicos no ambiente podem ser mais nocivos que os compostos originais, além disso, podem persistir durante muitos anos no ambiente e tornar difícil ou inviável a sua remoção dos cursos d'água (CARR e NEARY, 2008).

Alguns pesticidas pertencem as classes de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), compostos altamente estáveis e resistentes à degradação química, fotoquímica e biológica, tendem a persistir no ambiente e são transportados a longas distâncias, são bioacumuláveis e causam graves problemas ambientais e a saúde humana (AWWA, 1999; CARR e NEARY, 2008), em 2004 na Convenção de Estocolmo sobre POPs foi deliberado a redução ou retirada de doze compostos do mercado internacional, devido aos graves efeitos adversos sobre a saúde ambiental e humana, (Aldrin, Clordano, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Hexaclorobenzeno, Mirex, Toxafeno PCBs, DDT, Dioxinas, Furanos) esses ficaram conhecidos como “a dúzia suja”, onde nove pertencem a pesticidas organoclorados (CARR e NEARY, 2008).

Os autores Bortoluzzi *et al.* (2006) , ao analisarem os principais defensivos usados nas lavouras de fumo (com princípios ativos clorpirifós, flumetralin e iprodione), concluíram que a degradação acima de 30% da cobertura vegetal das encostas e das margens dos cursos hídricos, permitiu a lixiviação desses compostos aos cursos hídricos, tornando-a imprópria para o consumo.

3.3.2.3.3 Resíduos sólidos

Na norma brasileira (NBR 10.004) item 3.1, dá a seguinte definição para os resíduos sólidos:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (NBR 10.004 item 3.1).

Além da conceituação a NBR 10.004 classifica os resíduos de acordo com o grau de periculosidade e degradação.

Uma pessoa gera em média de 0,4 a 0,7 Kg de resíduos diariamente que quando dispostos de forma inadequada podem trazer riscos à saúde pela proliferação de vetores para diversas doenças, além de estética e odores desagradáveis (BRAGA *et al.*, 2005).

3.3.2.3.4 Esgotamento sanitário doméstico

Segundo a UNICEF (2014) apesar dos avanços mundiais em promover um esgotamento sanitário adequado, ainda existem 2,5 bilhões de pessoas que não possuem instalações sanitárias apropriadas, sendo que 40% da população mundial (1 bilhão de pessoas) ainda praticam a defecação a céu aberto, disseminando doenças, desnutrição e mortes prematuras.

O esgotamento sanitário inapropriado sobre o solo permite a proliferação de vetores para inúmeras doenças, transmissão de verminoses e contaminação de pastagens (JORDÃO e PESSÔA, 2009), completando o ciclo de muitos helmintos (grifo do autor).

Ashbolt (2004) alista na Tabela 2, os principais patógenos transmitidos via fecal-oral e disseminado pelos recursos hídricos.

Tabela 2- Principais patógenos veiculados pela água em regiões em desenvolvimento.

| Micro-organismo | Principais doenças | Origem |
|--|---------------------------|--|
| Bactéria | | |
| <i>Salmonella typhi</i> | Febre tifoide | Fezes humanas |
| <i>Salmonella paratyphi</i> | Febre paratifoide | Fezes humanas |
| Outras espécies de <i>Salmonella</i> | Salmonelose | Fezes humanas e de animais |
| <i>Shigella spp.</i> | Disenteria bacilar | Fezes humanas |
| <i>Vibrio cholera</i> | Cólera | Fezes humanas e zooplâncton de água doce |
| Enteropatogênico <i>E. coli</i> | Gastroenterite | Fezes humanas |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | Gastroenterite | Fezes humanas e de animais |
| <i>Campylobacter jejuni</i> | Gastroenterite | Fezes humanas e de animais |
| <i>Leptospira spp.</i> | Leptospirose | Animal e urina humana |
| Várias espécies do gênero <i>Mycobacterium</i> | Doença pulmonar | Solo e da água |
| Vírus entéricos | | |
| Enteroviroses | | |
| Vírus da poliomielite | Poliomielite | Fezes humanas |
| Coxsackie vírus A | A meningite asséptica | Fezes humanas |
| Coxsackie vírus B | A meningite asséptica | Fezes humanas |

| | | |
|--|---|--|
| Vírus Echo | A meningite asséptica | Fezes humanas |
| Outros enterovírus | Encefalites | Fezes humanas |
| Rotavírus | Gastroenterite | Fezes humanas |
| Adenovírus | Respiratório superior e doença gastrointestinal | Fezes humanas |
| Vírus da hepatite A | Hepatite | Fezes humanas |
| Vírus da hepatite E | Hepatite, aborto e morte | Fezes humanas |
| Norovírus | Gastroenterite | Objetos contaminados e água |
| Protozoários | | |
| <i>Acanthamoeba castellanii</i> | Meningoencefalite amebiana | Fezes humanas |
| <i>Balantidium coli</i> | Balantidiose (disenteria) | Fezes humanas e de animais |
| <i>Cryptosporidium homonis</i> , <i>C. parvum</i> | Criptosporidiose (gastroenterite) | Fezes humanas e de outros mamíferos, água. |
| <i>Entamoeba histolytica</i> | Disenteria amebiana | Fezes humanas e de animais |
| <i>Giardia lamblia</i> | Giardíase (gastroenterite) | Água e fezes de animais |
| Helmintos | | |
| <i>Ascaris lumbricoides</i> | Ascaridíase | Fezes humanas |

Fonte: Ashbolt (2004) (Tradução do autor).

Pinto *et al.* (2012) acrescenta que o esgotamento sanitário inapropriado em comunidades rurais, gera um grave problema de saúde devido ao grande número de patógenos eliminados no ambiente, além da ausência de quaisquer processos de tratamento, tornando os recursos hídricos, fontes potenciais de transmissão de doenças.

Heller (2006) menciona que os micro-organismos do gênero *Cryptosporidium* e *Giardia*, apresentam resistência a desinfecção, sendo de difícil remoção, mesmo em estações de tratamento e que técnicas para a sua identificação ainda não se encontram bem definidas, desta forma, o lançamento de dejetos humanos e animais comprometem a qualidade da água mesmo após tratamento, oferecendo riscos a saúde.

Segundo Prüss-Üstün *et al.* (2008) em 2002 o total de mortes relacionadas a falta de saneamento básico (água tratada, esgotamento sanitário adequado e condições de higiene) foi de 28.180 pessoas, ainda relatam que soluções simples para os dejetos humanos, como fossas rústicas ou negras já reduziriam as mortes e morbidades causadas pelos patógenos presentes nas fezes.

3.3.2.4 Pecuária

O sistema extensivo de produção pecuária, ainda é amplamente utilizado no Brasil, onde os animais obtêm os nutrientes estritamente ou principalmente do pasto, apenas com a complementação de sal, esse sistema de baixa produtividade (baixa taxa de natalidade,

reprodução tardia e longo prazo para terminação da carcaça), tem levado a degradação do solo, reduzindo ainda mais a produtividade devido o declínio na produção de forrageiras (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2004).

Dias *et al.* (1999) destacam como principais impactos do sistema extensivo de produção:

- O desmatamento de áreas para ampliação ou manutenção do rebanho, reduzindo a biodiversidade local;
- A compactação do solo devido ao superpastejo, impedindo ou reduzindo a infiltração das chuvas, acelerando processos erosivos e maior arraste material lixiviado para os corpos hídricos;
- O empobrecimento do solo pela lixiviação dos nutrientes, com redução de pastagens, induzindo o produtor a realizar queimadas para rebrota;
- A contaminação dos recursos hídricos com dejetos animais e material carregado do solo;
- O assoreamento dos corpos hídricos;
- A redução dos lucros com investimentos em adubos químicos, defensivos e medicamentos.

Kluthcouski *et al.* (2004) acrescentam que pastagens degradadas inferem em carcaças de menor valor, aumento da mortalidade, redução na taxa de natalidade e na produção leiteira.

Os dejetos líquidos de animais lançados diretamente no solo e na água propiciam o aparecimento de doenças como verminoses e viroses (hepatites), além da proliferação de vetores para diversas doenças (OLIVEIRA, 2004 *apud* GOMES, 2014). Nogueira (2013) acrescenta que além dos problemas citados a presença de moscas pode causar estresse aos animais, interferindo na produtividade.

Outro grande problema desse sistema de produção é disseminação de patógenos presentes nas fezes do gado, seja pela percolação em solos porosos, contaminando as águas subterrâneas ou por lixiviação dependendo do tipo de solo e relevo (MAWDSLEY *et al.*, 1995), o autor na Tabela 3 apresenta alguns dos patógenos encontrados nos dejetos bovinos, com base em uma extensa pesquisa bibliográfica.

Tabela 3 - Patógenos encontrados nos dejetos bovinos.

| Bactérias | Vírus | Protozoários |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| <i>Acremonas spp</i> | Coronavirus | <i>Criptosporidium parvum</i> |
| <i>Bacillus anthracis</i> | Enterovirus | <i>Ostertagia sp</i> |
| <i>Brucella abortus</i> | Rotavirus | <i>Giardia lamblia</i> |
| <i>Escherichia coli</i> | | <i>Cooperia sp</i> |
| <i>Klebsiella spp</i> | | |
| <i>Leptospira spp</i> | | |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | | |
| <i>Mycobacterium tuberculosis</i> | | |
| <i>Salmonella spp</i> | | |
| <i>Streptococcus spp</i> | | |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | | |

Fonte: Mawdsley *et al.* (1995).

Bergamaschi (2012) alerta para a resistência do vírus Rotavírus ao sistema de tratamento de água, permitindo a contaminação de humanos e animais, gerando prejuízos econômicos na pecuária com a redução de peso e mortalidade em neonatos bovinos.

Com relação à liberação de gases do efeito estufa (GEE) pelo sistema digestório dos bovinos, Gouvelo (2010) apresenta uma previsão de aumento das emissões de CO₂eq. de 240 para 273 Mt/ano em 2030 no sistema produtivo pecuarista, utilizando os métodos atuais, e aponta que a implementação de medidas como a combinação da forragem melhorada, seleção genética de animais e aumento na produtividade, manteriam as emissões CO₂eq. estabilizadas ao percentual de 2008, conforme observado na Figura 1.

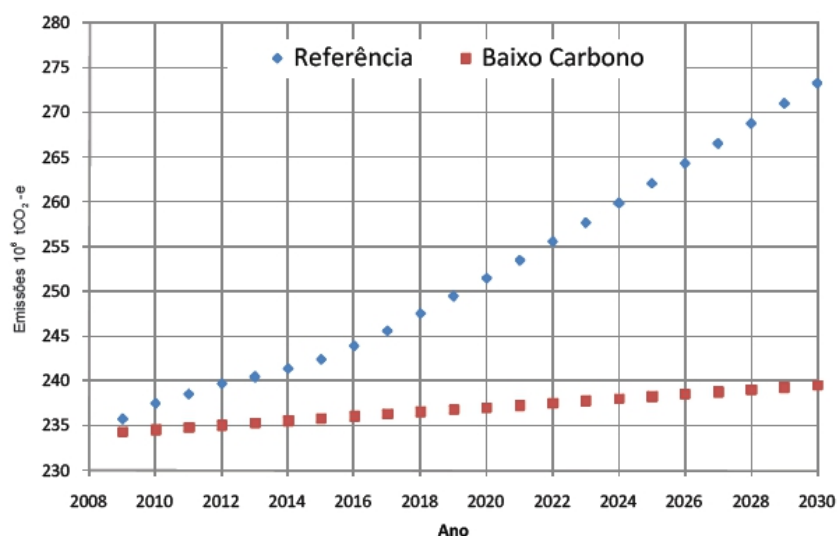


Figura 1- Comparação das emissões de metano geradas pela criação de gado de corte (Mt CO₂eq. por ano) entre 2008–30, em diferentes sistemas de produção.

Fonte: Gouvelo (2010).

3.3.3 Impactos Sociais

Qualidade de vida infere em condições de saúde, saneamento básico, alimentação balanceada, educação, redução de morbidades e mortalidade, aumentando o índice de desenvolvimento humano (IDH), no entanto, esses fatores estão intimamente intrincados a qualidade do meio ambiente (RIBEIRO, 1998), o autor ainda salienta que o número de atendimentos e internações hospitalares reduziria significativamente, se as condições ambientais fossem melhoradas, atuando de forma preventiva no controle de enfermidades.

O lançamento de esgotos a céu aberto contamina os recursos hídricos, disseminando patógenos que comprometem a saúde da população que são servidas com essas águas (ANA, 2011). Segundo Prüss-Üstün *et al.* (2008), diarreias causadas por águas contaminadas por patógenos, respondem por cinquenta por cento das causas de desnutrição. Portanto, Heller (1997) salienta a importância de se realizar trabalhos, que avaliem as condições sanitárias, visando implantar medidas estruturais, educativas, assistenciais médicas e avaliação da nutrição. Segundo SIWI (2005), investimentos de US \$ 1 na área de saneamento, teria um retorno econômico de US \$ 3 a US \$ 34, dependendo das tecnologias utilizadas e da região.

Com relação à falta de manejo na agropecuária, com enriquecimento de minerais nos cursos d'água, Carr e Neary (2008) adverte sobre os riscos a saúde humana do excesso de nitrogênio (na forma de nitratos) nos corpos hídricos, como o desenvolvimento de cânceres,

distúrbios da tireoide, defeitos congênitos, formação da metahemoglobina, distúrbios reprodutivos entre ou problemas fisiológicos.

Lançamento de efluente industrial sem tratamento contaminam os solos que são irrigados a partir dos corpos hídricos próximos, interferindo na produtividade, provocando erosão do solo e contaminação de animais, conforme observado em um dos vilarejos de *Andra Pradesh* na Índia, onde a redução de 88% na produtividade agrícola e mortes de animais foram atribuídas ao lançamento de efluente industrial contendo altas concentrações de arsênio e outros contaminantes (ANA, 2011).

SIWI (2005) argumenta sobre os benefícios para a população, setor produtivo e para o Estado, ao servir a população com água de qualidade, entre eles redução de gastos hospitalares, com tratamento das morbidades, trabalhadores ativos, redução de gastos com de condução no transporte de doentes, aumento na produtividade agropecuária, e acrescenta que a capacidade produtiva das pessoas em vários setores produtivos deve-se principalmente de sua saúde e, portanto, o investimento em águas de qualidade garante um retorno financeiro imediato e a longo prazo.

Em resumo, atividades impactantes no meio ambiente refletem diretamente ou indiretamente na qualidade de vida da população, ao contaminarmos os recursos hídricos, doenças são disseminadas, perdas econômicas são evidenciadas, no tratamento das morbidades, no tratamento da água para consumo humano, na redução da produtividade por contaminação do solo ou criações, nos investimentos em novas instalações para captação de novas fontes d'água devido a redução do volume hídrico; ao degradarmos o solo, contaminamos os recursos hídricos e reduzimos a sua vazão, com prejuízos na produtividades agropecuária e em vários setores econômicos, a aplicação defensivos e fertilizantes na tentativa de melhorar a produção, gera resíduos persistentes no ambiente trazendo danos a saúde da população que utiliza desses recursos, mesmo distantes dos pontos de contaminação; ao suprimirmos a vegetação, aumentamos as taxas de erosão, reduzimos o volume hídrico, empobrecemos o solo, novamente implicando em perdas na produtividade, gerando miséria e fome; ao descartarmos os resíduos sólidos de maneira inadequada no ambiente, contaminamos os recursos hídricos, proliferamos vetores de doenças, interferimos no equilíbrio ecológico incluindo espécies de interesse humano, como a pesca; a utilização de combustíveis fósseis, polui o ar atmosférico acarretando problemas respiratórios, prejuízos na agricultura e contaminação dos recursos hídricos, não resta duvidas portanto, que a maneira como interagimos com o ambiente reflete na nossa própria sobrevivência (RIBEIRO, 1998).

Neste trabalho, preendem-se inter-relacionar os impactos caracterizados na microbacia, advindos de atividades econômicas desenvolvidas, atividades de subsistência ou do estilo de vida, com impactos na saúde da população local.

3.4 INDICADORES AMBIENTAIS

Um instrumento muito utilizado para planejamento e gestão ambiental em geral, são os indicadores ambientais, esses são úteis na identificação e previsão de impactos ambientais e no monitoramento da qualidade ambiental (SÁNCHEZ, 2013).

Segundo Heink e Kowaric (2010), os indicadores podem identificar e quantificar um fenômeno ambientalmente relevante, sendo possível avaliar as condições ou alterações ambientais, traçando metas ambientais.

Sánchez salienta a importância de selecionar os indicadores mais adequados para a avaliação de uma determinada atividade, dado a existência de inúmeros indicadores e índices ambientais. Através de uma equipe multidisciplinar com conhecimento sobre os impactos para determinada atividade ou ambiente e os melhores indicadores para a sua identificação, pode-se elaborar um *checklist* com os principais impactos ou contendo os elementos ambientais intensamente afetados (SÁNCHEZ, 2013).

Outra ferramenta comumente usada nos estudos ambientais são as matrizes de impacto, onde os elementos ambientais e as atividades do empreendimento se interconectam através de linhas e colunas, com o objetivo de identificar as interações do projeto com o ambiente (SÁNCHEZ, 2013). Leopold *et al.*(1971) e seus colaboradores foram pioneiros na elaboração e utilização das matrizes de impacto, propuseram uma matriz com cem ações antrópicas alistadas horizontalmente e 88 características ambientais na vertical, desta forma, pode-se observar 8800 interações, cada célula que compõe a integração ação/ambiente contém valores de 1 a 10 para expressar a magnitude(canto superior esquerdo) e a importância do impacto (canto inferior esquerdo). Para cada tipo de empreendimento os analistas deveriam escolher os itens mais relevantes em relação às atividades desenvolvidas e os fatores ambientais afetados, normalmente essa seleção reduzia a longa listagem a poucas ações significativas alistadas, sendo mais fácil visualizar os impactos significativos no campo de interações. Ao se observar colunas ou linhas com muitas marcações, esses itens e os valores atribuídos deveriam ser discutidos pelo conselho observando os seguintes aspectos:

- 1- uma descrição detalhada da ação proposta, incluindo informações e dados técnicos, suficientes para uma avaliação minuciosa do impacto;
- 2 - o impacto provável da ação proposta sobre o meio ambiente;
- 3- impactos ambientais prováveis que não podem ser evitados;
- 4 – medidas alternativas para a ação proposta;
- 5- a relação entre a utilização do local a curta e longo prazo;
- 6- quaisquer impactos irreversíveis e irrecuperáveis de recursos naturais envolvidos, deveria ser implementada uma proposta;
- 7- e se fosse o caso, estabelecer uma discussão dos problemas e objeções levantadas por outras instâncias, públicas ou privadas, no processo de revisão e a disposição das questões envolvidas.

Hoje em dia, há inúmeros modelos de matrizes, diferindo totalmente da matriz de Leopold (SÁNCHEZ, 2013), como exemplo, podemos citar as matrizes de ponderação elaborada por Rodrigues e Campanhola (2003) que tem sido amplamente empregado em estudos ambientais em zonas rurais, o sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA-Novo Rural), utiliza um conjunto de planilhas eletrônicas (plataforma MS-Excel), estruturado em 62 indicadores selecionados, alistados na Tabela 4, que abrangem uma ampla gama de atividades agropecuárias, para a caracterização e gestão dos possíveis impactos ambientais, além da certificação de atividades agropecuárias. Rodrigues *et al.* (2010) complementa que o "índice de sustentabilidade" gerado pelo software possibilita a tomada de decisões por parte dos agricultores, administradores e organizações rurais, objetivando a otimização dos lucros e redução dos impactos ambientais.

O sistema APOIA- Novo Rural apresenta cinco eixos para avaliação: ecologia da paisagem, qualidade ambiental (atmosfera, água e solo), valores socioculturais, valores econômicos e gestão e administração. A interação complexa entre os eixos estabelecidos - conforme observado no diagrama da Figura 2 - tem por objetivo mensurar as atividades rurais contribuindo para a sustentabilidade agropecuária (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Tabela 4 - Dimensões e indicadores de impacto ambiental do sistema APOIA-NovoRural e unidades de medida utilizadas para caracterização em levantamentos de campo e laboratório.

| Dimensões e indicadores | Unidades de medida obtidas no campo e laboratório |
|--|--|
| | Dimensão Ecologia da Paisagem |
| Fisionomia e conservação dos habitats naturais | Porcentagem da área da propriedade |
| Diversidade e condições de manejo das áreas de produção | Porcentagem da área da propriedade |
| Diversidade e condições de manejo das atividades confinadas (agrícolas/não-agrícolas e de confinamento animal) | Porcentagem da renda da propriedade, excluídas atividades não confinadas |
| Cumprimento com requerimento da reserva legal | Porcentagem da área averbada como reserva legal na propriedade |
| Cumprimento com requerimento de áreas de preservação permanente | Porcentagem da área da propriedade |
| Corredores de fauna | Área (ha) e número de fragmentos |
| Diversidade da paisagem ⁽¹⁾ | Índice de Shannon-Wiener (dado) |
| Diversidade produtiva ⁽¹⁾ | Índice de Shannon-Wiener (dado) |
| Regeneração de áreas degradadas ⁽¹⁾ | Porcentagem da área da propriedade |
| Incidência de focos de doenças endêmicas | Número de criadouros |
| Risco de extinção de espécies ameaçadas | Número de (sub)populações ameaçadas |
| Risco de incêndio | Porcentagem da área atingida pelo risco |
| Risco geotécnico | Número de áreas influenciadas |
| | Dimensão Qualidade dos Compartimentos Ambientais |
| | Atmosfera |
| Partículas em suspensão/fumaça | Porcentagem do tempo de ocorrência |
| Odores | Porcentagem do tempo de ocorrência |
| Ruídos | Porcentagem do tempo de ocorrência |
| Óxidos de carbono | Porcentagem do tempo de ocorrência |
| Óxidos de enxofre | Porcentagem do tempo de ocorrência |
| Óxidos de nitrogênio | Porcentagem do tempo de ocorrência |
| Hidrocarbonetos | Porcentagem do tempo de ocorrência |
| | Água superficial |
| Oxigênio dissolvido ⁽¹⁾ | Porcentagem de saturação de O ₂ |
| Coliformes fecais ⁽¹⁾ | Número de colônias/100 mL |
| DBO ₅ ⁽¹⁾ | Miligrama/L de O ₂ |
| pH ⁽¹⁾ | pH |
| Nitrato ⁽¹⁾ | Miligrama de NO ₃ /L |
| Fosfato ⁽¹⁾ | Miligrama P ₂ O ₅ /L |
| Sólidos totais ⁽¹⁾ | Miligrama sólidos totais/L |
| Clorofila a ⁽¹⁾ | Micrograma clorofila/L |
| Condutividade ⁽¹⁾ | Micro ohm/cm |
| Poluição visual da água | Porcentagem do tempo de ocorrência |
| Impacto potencial de pesticidas | Porcentagem da área tratada |
| | Água subterrânea |
| Coliformes fecais ⁽¹⁾ | Número de colônias/100 mL |
| Nitrato ⁽¹⁾ | Miligrama de NO ₃ /L |
| Condutividade ⁽¹⁾ | Micro ohm/cm |
| | Manutenção da capacidade produtiva do solo |
| Matéria orgânica | Porcentagem de matéria orgânica |
| pH ⁽¹⁾ | pH |
| P resina ⁽¹⁾ | Miligrama P/dm ³ |
| K trocável ⁽¹⁾ | Milimol de carga/dm ³ |
| Mg (e Ca) trocável ⁽¹⁾ | Milimol de carga/dm ³ |
| Acidez potencial (H + Al) ⁽¹⁾ | Milimol de carga/dm ³ |
| Soma de bases ⁽¹⁾ | Milimol de carga/dm ³ |
| Capacidade de troca catiônica ⁽¹⁾ | Milimol de carga/dm ³ |
| Volume de bases ⁽¹⁾ | Porcentagem de saturação |
| Potencial de erosão | Porcentagem da área |
| | Dimensão Valores Socioculturais |
| Acesso à educação ⁽¹⁾ | Número de pessoas |
| Acesso a serviços básicos | Acesso a serviços básicos (1 ou 0) |
| Padrão de consumo | Acesso a bens de consumo (1 ou 0) |
| Acesso a esporte e lazer | Horas dedicadas |
| Conservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e espeleológico | Número de monumentos/eventos do patrimônio |
| Qualidade do emprego | Porcentagem dos trabalhadores |
| Segurança e saúde ocupacional | Número de pessoas expostas |
| Oportunidade de emprego local qualificado | Porcentagem do pessoal ocupado |
| | Dimensão Valores Econômicos |
| Renda líquida do estabelecimento | Tendência de atributos da renda (1 ou 0) |
| Diversidade de fontes de renda | Proporção da renda domiciliar |
| Distribuição de renda | Tendência de atributos da renda (1 ou 0) |
| Nível de endividamento corrente | Tendência de atributos da renda (1 ou 0) |
| Valor da propriedade | Proporção da alteração de valor |
| Qualidade da moradia | Proporção dos residentes |
| | Dimensão Gestão e Administração |
| Dedicação e perfil do responsável | Ocorrência de atributos (1 ou 0) |
| Condição de comercialização | Ocorrência de atributos (1 ou 0) |
| Reciclagem de resíduos | Ocorrência de atributos (1 ou 0) |
| Relacionamento institucional | Ocorrência de atributos (1 ou 0) |

(1) Indicador expresso em duas medidas: índice de impacto e variação porcentual, proporcional, ou relativa; cada qual com seu respectivo valor de utilidade.

Fonte: Rodrigues e Campanhola (2003).

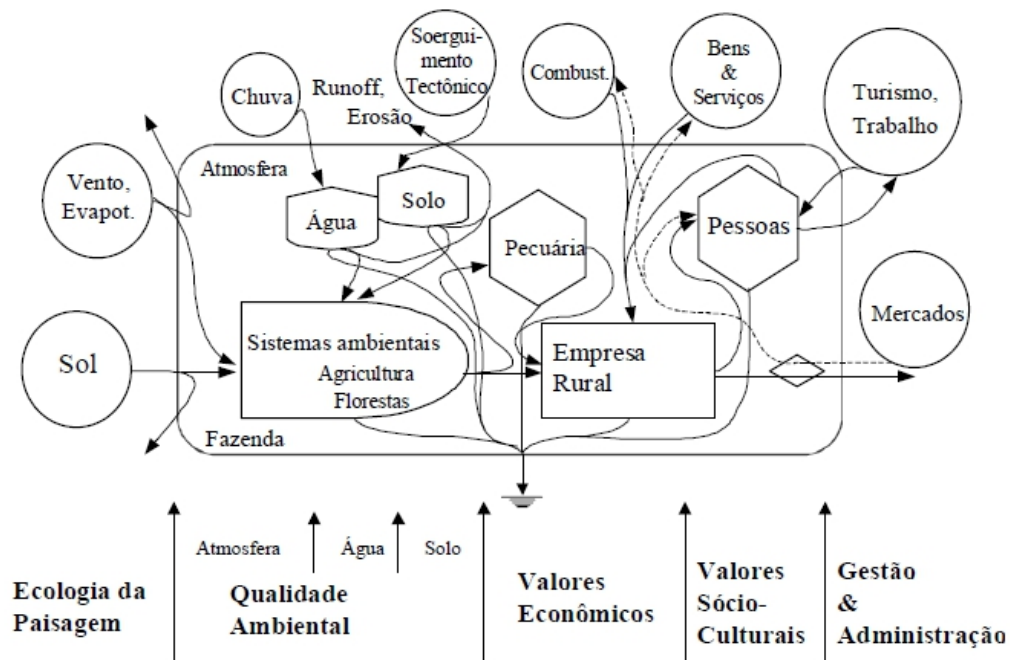


Figura 2- Diagrama de sistemas representando um estabelecimento rural, e dimensões de consideração para avaliação de impacto ambiental do sistema APOIA-NovoRural.
 Fonte: Rodrigues *et al.* (2003); Rodrigues *et al.* (2010).

Gracioli (2005) elaborou uma matriz de impacto baseado no modelo Leopold, para a avaliação da microbacia Vacacaí-Mirim em Santa Maria-RS. Para a avaliação da significância dos impactos, a autora atribuiu pesos aos indicadores propostos e apresentou um modelo matemático para a obtenção da magnitude e importância dos impactos.

Por outro lado encontramos na literatura a utilização de inúmeras matrizes mais simplificadas para estudos ambientais, Sánchez (2013) apresenta vários modelos. Scudelari e Freire (2005) apresenta um modelo para avaliação de impactos ambientais na construção de um sistema hoteleiro nas falésias em Tibau do Sul – RN. A matriz adotada não explicita a forma de mensuração dos impactos, apenas utiliza de legendas e valores que variam de 1 a 22 de forma extremamente subjetiva. Tessaro *et al.* (2014) apresentam um modelo bastante simplificado para diagnóstico ambiental de uma propriedade rural no município de Nova Prata do Iguaçu-PR. A matriz foi elaborada embasada no modelo de Leopold e utiliza variáveis como (Natureza, Causa, Ocorrência, Início, Duração) e atributos simples (Positivo, Negativo, Direto, Indireto) para avaliação da importância do impacto.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração e execução do presente trabalho, foi realizada pesquisa bibliográfica buscando caracterizar os principais impactos socioambientais em municípios de pequeno porte (população até 20.000 habitantes), que não apresentam indústrias instaladas, analisando dados referentes à saúde pública - expectativa média de vida, índices de mortalidade, internações e morbidades – e aspectos ambientais como atividades agrosilvopastoris e saneamento básico.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A microbacia Rio do Colégio está localizada na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, na Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, no Estado do Rio de Janeiro, na região RH-VII Rio Dois Rios (CERHI, 2013). Essa microbacia está totalmente localizada no município de São Fidélis. Em sua região central foi criada a APA Rio do Colégio em 2013, além disso, seus limites se encontram no Parque Estadual do Desengano (PED). Desta forma uma área significativa da microbacia se encontra em Unidades de Conservação (UC).

A microbacia Rio do Colégio possui como vertentes as serras da Catalunha, Três Picos, Barra Alegre e Califórnia, sendo a sua foz o Rio Paraíba do Sul. A principal atividade econômica desenvolvida é a pecuária mista e de corte, a agricultura é de subsistência, com exceção da produção de hortaliças e bananas (Site: RIO RURAL). Possui extensão de aproximadamente 35 km e uma área de cerca 20.000 ha (GOOGLE EARTH PRO) (Figura 3).

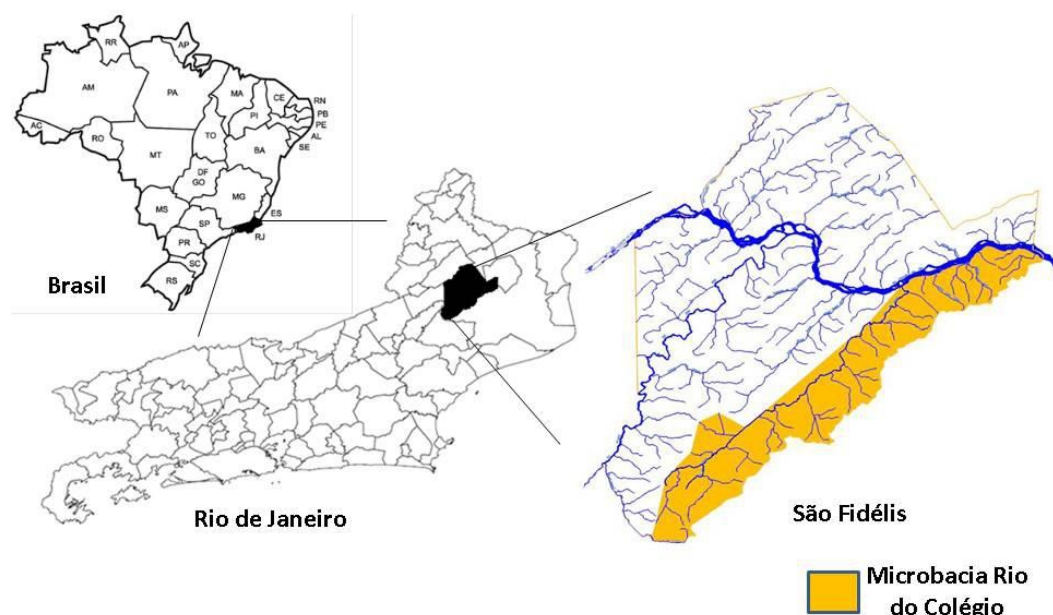


Figura 3 – Localização da microbacia Rio do Colégio no Município de São Fidélis (à direita), situado no Estado do Rio de Janeiro.

Devido a grande extensão da microbacia, ela foi subdividida com base nas microrregiões locais (Figura 4).

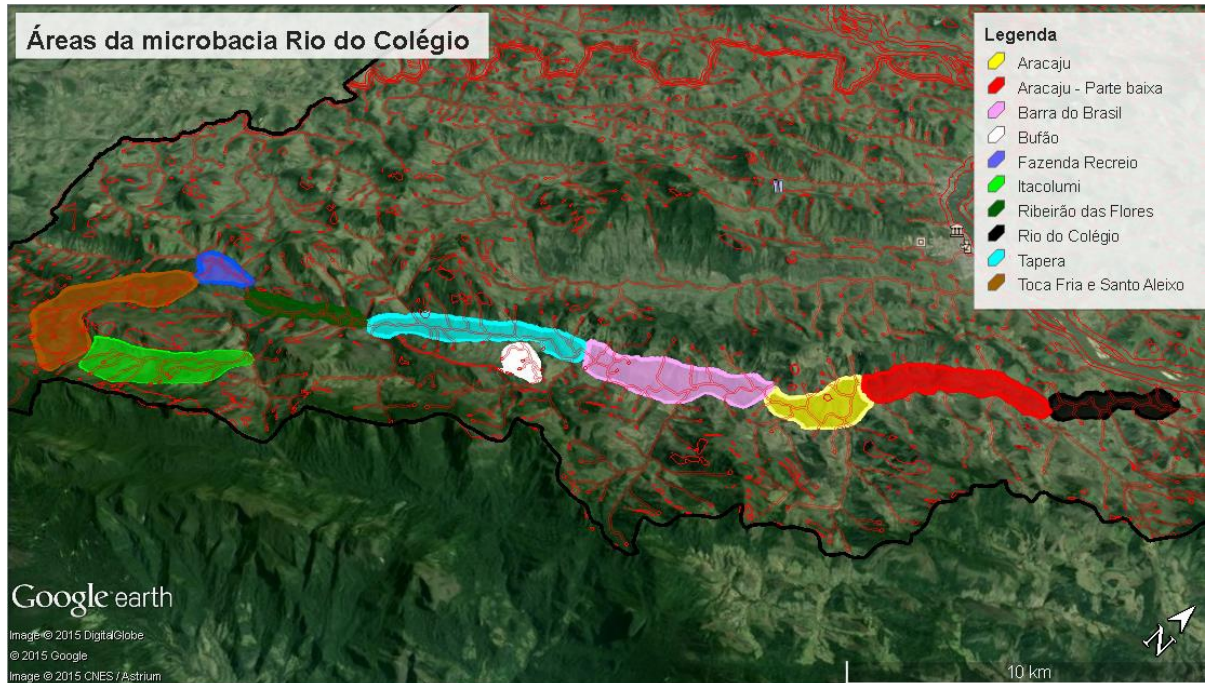


Figura 4 – Regiões da microbacia Rio do Colégio (hachurada conforme legenda) delimitadas para estudo dos impactos socioambientais, no município de São Fidélis (trama em linhas vermelhas).
Fonte: Google Earth.

4.2 PESQUISA DE CAMPO

Para a caracterização dos impactos socioambientais, foi elaborado um *check list* (Tabela 5) com os principais indicadores de impactos socioambientais negativos para zona rural, embasado em Palhares e Gebler (2014); Heller (1997); Brasil (2010); Rodrigues e Campanhola (2003); Bockstaller *et al.*, (2009). Foram selecionados indicadores simples para a obtenção de dados, através da pesquisa de campo sem a realização de exames laboratoriais.

Tabela 5– *Check list* com os indicadores dos impactos socioambientais em estudo.**SANEAMENTO****1- Esgotamento sanitário**

Lançamento no corpo hídrico (CH) ou a Céu aberto

Fossa rustica até 10 m do CH

Fossa rustica com mais 10 m do CH

Fossa séptica

2- Origem da água para consumo humano

Rio do Colégio ou afluentes

Nascente com acesso ao gado

Nascente sem acesso ao gado

Poço distante em mais de 20 metros de fossas

Água analisada periodicamente - ausência de coliformes

UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS**1- Criações de animais**

Acima de 50 cabeças (gado) ou 10 (suínos)

Entre 16 e 50 cabeças (gado) ou 4-10 (suínos)

Até 15 cabeças (gado) ou até 3(suínos)

Ausência de criações

Dessedentação diretamente no CH

Dessedentação com caixas

Dejetos próximos em até 10m do CH

Dejetos distantes em mais de 10m do CH

Dejetos recolhidos e usados como adubo orgânico

Piscicultura – tanque maior que 16m³ com lançamento do efluente no corpo hídrico

Piscicultura – tanque menor que 16m³ com lançamento do efluente no corpo hídrico

Piscicultura – sem lançamento do efluente no corpo hídrico

2- Agricultura – comercial

Uso de agrotóxicos próximo em até 10m do CH

Uso de agrotóxicos distante em mais de 10m CH

Não utilização

Uso de adubo químico próximo em até 10m do CH

Uso de adubo químico distante em mais de 10m CH

Uso de adubo orgânico

3 – Destinação do resíduo sólido

Lançamento no entorno

Queima ou enterra

Destinação ao órgão público

4 – Vegetação

Ausência de mata ciliar preservada nas nascentes

Presença de mata ciliar preservada nas nascentes

SAÚDE DA POPULAÇÃO RURAL**1- Saúde familiar**

Diarreia\ Cólica intestinal - Frequente (F) ou Pouco Frequente (PF)

Diarreia\ Cólica intestinal - Raro (R)

Não apresentou

Foi diagnosticado nos últimos 6 meses com verminoses

Não usa vermífugos (há mais de 1 ano) e não realiza exames periódicos

Usa vermífugos sem prescrição médica – periodicamente

Realiza exames periódicos e\ou usa vermífugos com prescrição médica

A partir dos indicadores selecionados foram elaborados questionários utilizados na pesquisa de campo. Inicialmente, foi avaliada a infraestrutura domiciliar e a utilização dos recursos naturais pelos moradores (Apêndice A). Nessa etapa foi observado: o ponto de captação de água para consumo humano; a situação da nascente com relação à existência de mata ciliar e acesso de animais; forma de esgotamento sanitário e distância do curso hídrico mais próximo; atividades econômicas exercidas como agricultura e a utilização de agrotóxicos e adubo químico; a origem da água utilizada na pecuária, suinocultura, piscicultura e a proximidade dos dejetos com os cursos hídricos; além do destino dos resíduos sólidos domésticos.

As áreas analisadas foram devidamente georreferenciadas, com o equipamento Garmin Etrex 10 e fotografadas, sendo as coordenadas do esgotamento sanitário, anotadas e repassadas ao órgão público municipal (a pedido do Secretário Municipal de Meio Ambiente).

Em seguida, foi verificada a incidência de sintomas que apontassem para Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) (FUNASA, 2010) (Questionário II - Apêndice B).

A pesquisa de campo foi realizada no período de agosto de 2014 a março de 2015.

4.3 ANÁLISE DA ÁGUA

Durante a pesquisa de campo, pontos específicos (georreferenciados), foram estabelecidos os locais para a coleta, conforme Figura 5, usando como critérios, praticidade e logística. A coleta foi realizada a montante e a jusante no curso hídrico principal, tendo como referencial um conjunto de habitações ou atividades agropecuárias de grande extensão. A Tabela 6 apresenta as coordenadas geográficas e referências locais de cada ponto. As coletas foram realizadas no período de estiagem (12/11/2014) e repetidas nos mesmos pontos no início do período chuvoso (16/03/2015). As amostras foram acondicionadas em caixas térmicas com placas de gel congeladas e encaminhadas em menos de seis horas a Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental (Upea - IFF), em Campos dos Goytacazes-RJ, para análise de fatores físico-químicos e microbiológicos:

➤ Fatores físico-químicos analisados:

- O potencial hidrogeniônico (pH) foi analisado em laboratório, utilizando o pHmetro marca Thermo Scientific Orion Star A214, após calibração com soluções de tampão em pH 4,01, pH 7, pH 10,01.

- A turbidez (NTU) foi medida pelo aparelho MS Tecnopon, após calibração conforme o procedimento de fábrica com amostras de 0,10 NTU, 0,80 NTU, 8,0 NTU, 80 NTU e 1000 NTU.
 - A condutividade elétrica (CE) foi verificada em laboratório utilizando um condutivímetro Tecnal Tec – 4 MP. Para análise das amostras o aparelho foi calibrado com solução padrão de condutividade $146,9 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ à temperatura de 25°Celsius.
 - Para a verificação dos sólidos totais dissolvidos (STD) foi utilizado o mesmo equipamento que mensurou CE (Tecnal Tec – 4 MP). No entanto, com a programação para STD, sendo o resultado emitido em miligramas por litro ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$).
 - Um colorímetro Pocket Colorimeter II Hach portátil foi usado para mensurar o cloro total. Após calibração em zero, foi adicionado o reagente para cloro total – DPD Total Chlorine Reagent para 10 ml na amostra. Após a homogeneização com duração de 3 min. cronometrados, foi feita a leitura pelo equipamento.
 - O oxigênio dissolvido (OD) foi analisado usando o Oxímetro Instrutherm MO 890. Após agitação magnética das amostras foi feita a leitura do OD em $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e a temperatura em °C.
 - A temperatura (°C) da água foi mensurada no momento da coleta, com um termômetro de mercúrio.
- Fatores microbiológicos analisados: Coliformes Totais e Termotolerantes *Escherichia coli*.

Para análise dos coliformes totais e de termotolerantes da espécie *E. coli* foi misturado o Reagente Colilert IDEXX às amostras e homogeneizado. Em seguida transferido para a Cartela de cultura e selado pelo equipamento Quant-Tray Sealer.

As cartelas seguiram para a Estufa Ethik, onde permaneceram por 24hrs a 35 °C. Para leitura dos resultados, as cartelas foram inseridas no Leitor UV Boitton e analisadas as cavidades fluorescentes. As cavidades incolores indicaram ausência de coliformes, cavidades amarelas a presença de coliformes totais e as cavidades amarela-fluorescentes a presença de coliformes termotolerantes (*E. coli*).

Para quantificar o número de coliformes (Número Mais Provável - NMP) foi usada a Tabela de conversão do fabricante. O número de cavidades grandes é lido na vertical da tabela e o número das cavidades pequenas lido na horizontal. O resultado é dado no ponto de encontro dos dois valores encontrados na tabela em NMP.

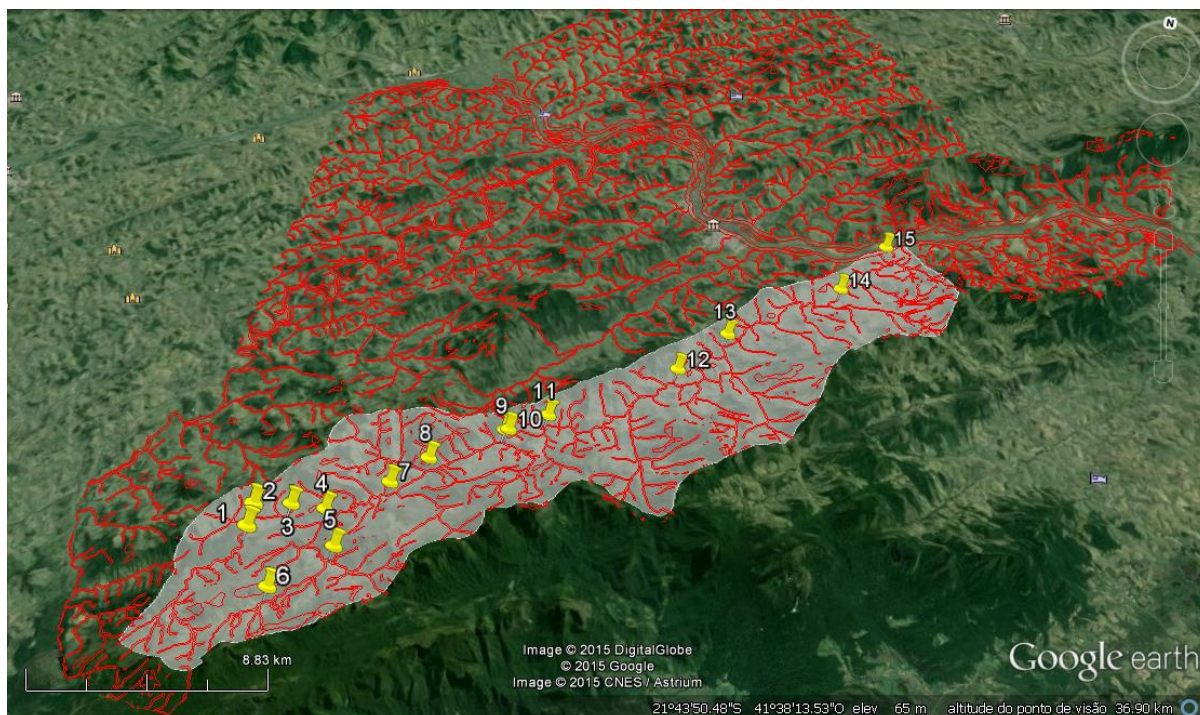


Figura 5 - Pontos estabelecidos para as coletas de água (1 ao 15) na microbacia Rio do Colégio (área hachurada em cinza), no município de São Fidélis (trama em linhas vermelhas).

Fonte: Google Earth.

Tabela 6- Coordenadas geográficas com referências locais de cada ponto de coleta.

| Ponto | Coordenadas | | Altitude (m) | Referência |
|-------|---------------|---------------|-----------------|--|
| 1 | 21°49'21.2"S | 41°53'46.0"O | 652 | Santo Aleixo, barragem com queda d'água. |
| 2 | 21°48'39.32"S | 41°54'0.68"O | 638 | A montante da Fazenda Recreio |
| 3 | 21°48'29.55"S | 41°53'12.89"O | 627 | Cachoeira do Recreio- na queda. |
| 4 | 21°48'24.24"S | 41°52'31.65"O | 437 | Encontro das águas de Itacolumi com Ribeirão das Flores. |
| 5 | 21°49'16.30"S | 41°51'57.00"O | 705 | Portal do PED, na ponte. |
| 6 | 21°50'22.60"S | 41°52'54.40"O | 926 | Itacolumi – Ponto mais alto. |
| 7 | 21°47'34.60"S | 41°51'19.7"O | 366 | Ponte preta. |
| 8 | 21°46'52.40"S | 41°50'38.80"O | 310 | Tapera- na área de lazer. |
| 9 | 21°45'51.90"S | 41°49'6.60"O | 266 | Rio do Colégio. |
| 10 | 21°45'51.90"S | 41°49'6.20"O | 265 | Bufão. |
| 11 | 21°45'20.10"S | 41°48'14.8"O | 208 | Colégio de Cima. |
| 12 | 21°43'34.62"S | 41°45'26.20"O | 95 | Cachoeira do Oriente – área de lazer. |
| 13 | 21°42'24.2"S | 41°44'21.90"O | 73 | Descida do Aracaju. |
| 14 | 21°40'34.30"S | 41°41'39.60"O | 52 | Três Panelas – área de lazer |
| 15 | 21°39'1.80"S | 41°40'32.60"O | 32 | Próximo à ponte – Rio Paraíba |

4.4 ELABORAÇÃO DA MATRIZ DE IMPACTO PARA ZONA RURAL

A matriz de impacto foi elaborada observando três eixos, conforme já delineados no *check list*: Saneamento, Utilização dos recursos naturais e Saúde da população, os indicadores de cada eixo compuseram as colunas e os estabelecimentos de uma determinada área de estudo formaram as linhas da matriz, desta forma, ao inserir os dados dos questionários aplicados, obtém-se a significância do impacto para esse imóvel ao final da linha, através da média ponderada de todos os imóveis obtém-se a significância do impacto para a área de estudo (Figura 6a -6c).

A matriz elaborada integra indicadores amplamente utilizados na Engenharia Sanitária e Ambiental e na Engenharia de Saúde Pública. No eixo aspectos sociais, as matrizes ambientais, geralmente apontam os resultados positivos da implantação de determinado empreendimento como: aumento de renda e escolaridade, maior poder aquisitivo, empregos, fatores culturais, etc. Com relação à saúde os impactos são minimizados ou restringidos a segurança no local de trabalho, exposição a fatores de risco e disseminação vetores de doenças (sem especificação dos vetores e doenças), conforme observado nas matrizes ambientais de Rodrigues *et al.* (2010), Gracioli (2005), Scudelari e Freire (2005), Tessaro *et al.* (2014) e nos vários modelos apresentados por Sánchez (2013).

Portanto, a matriz apresentada nesse trabalho, utiliza indicadores de morbidades específicas advindas das práticas e condições rurais como: saneamento, manejo na agropecuária e supressão da vegetação. Essa forma de avaliação vem se consolidando como outra especialização de avaliação de impactos (SÁNCHEZ, 2013; ICMM, 2010).

Além disso, a matriz conta com 40 indicadores bem definidos, cobrindo a maioria dos aspectos e impactos ambientais negativos para zona rural. Outra vantagem é a facilidade de manuseio e interpretação dos dados. Os cálculos realizados apesar de simples apresentam valores acumulativos e sinergismo para os indicadores que apontam para impactos de maior extensão e severidade. Segundo Sánchez (2013) métodos simples de ponderação são amplamente empregados em estudos ambientais.

| ÁREA EM ESTUDO | ■ ESPECIFICAÇÃO DO IMÓVEL | * ÍNDICE | INDICADORES - SANEAMENTO | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------------|----------|--|------------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|--|-----------------------|-------------------|----------|-----------------------------|
| | | | ESGOTAMENTO | | | | ÁGUA PARA CONSUMO | | | | RESÍDUOS | | | SUBTOTAL | |
| | | | Lançamento a céu aberto ou no corpo hídrico (CH) | Fossa rústica até 10 m do CH | Fossa rústica - mais 10 m do CH | Fossa séptica | Rio do Colégio | Nascente com acesso ao gado | Nascente sem acesso ao gado | Poço distante em mais de 20 metros de fossas | Água analisada periodicamente - ausência de coliformes | Lançamento no entorno | Queima ou enterra | | Destinação ao órgão público |
| | | | 3* | 2* | 1* | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 3* | 1* | | 0 |
| Residência 1 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 2 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 3 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 4 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 5 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 6 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 7 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 8 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 9 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 10 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 11 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 12 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 13 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 14 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 15 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 16 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 17 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 18 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 19 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 20 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 21 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 22 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 23 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 24 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 25 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 26 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 27 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 28 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 29 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Residência 30 | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| Total | | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | |

Figura 6 a – Matriz de impacto elaborada para caracterização e mensuração da significância dos impactos socioambientais pontuais e por região – Eixo do Saneamento.

■ P - Passeio B- Bar/Mercearia; I- Igreja; A - Ausentes; M= Moradores

*Fator multiplicador

Índice P=1; B=3; I=1; A=1; M= Número de moradores

(2) impacto moderado e (3) impacto crítico. Essa atribuição baseou-se nos critérios apontados pelo Conama 1/86 art. 6 inciso II e nos autores Glasson *et al.* (2012):

- 1 - Propriedade cumulativa ou sinérgica;
- 2 – Extensão;
- 3- Duração;
- 4 – Reversibilidade;
- 5 - Importância ambiental (contaminação dos recursos hídricos e do solo);
- 6 - Importância pública (contaminação humana e interferências na produtividade);
- 7 – Magnitude.

Na próxima seção será discutido em mais detalhes a valoração dos indicadores, assim como os critérios estipulados para a avaliação da significância do impacto pontual e local. Segundo Sánches (2013) os critérios de avaliação devem ser claros para que os leitores possam compreender, discordar ou modificá-los.

Os dados da matriz foram plotados em plataformas do MS-Excel 2010 de forma a facilitar os cálculos e a visualização dos aspectos e impactos em estudo.

4.4.1 Indicadores de saneamento

Para a avaliação desse indicador foi observada o tipo de esgotamento sanitário, distância do corpo hídrico mais próximo, a origem da água utilizada para consumo humano e a forma de disposição dos resíduos sólidos.

4.4.1.1 Coeficiente do indicador de Esgotamento Sanitário (Cie)

O esgotamento a céu aberto ou lançado diretamente nos cursos hídricos acarreta inúmeros problemas sociais (disseminação de doenças, maus odores, contaminação de criações, etc.) e ambientais (eutrofização, alterações no pH, turbidez, minerais e microbiológica nos recursos hídricos, assim como impermeabilização e salinização do solo) (JORDÃO e PESSÔA, 2009). O esgotamento em fossas negras ou rústicas minimiza alguns impactos citados, no entanto, a contaminação dos lençóis freáticos e alterações físico-químicas da água e do solo continuam em menor grau, Pinto *et al.*(2012) relaciona o aumento do nitrogênio nas amostras de água, com a instalação de fossas negras próximas das nascentes.

A utilização do sistema de fossas sépticas com manutenção adequada reduz drasticamente os impactos citados.

Cada pessoa contribui com cerca de um litro de lodo fresco diário (JORDÃO e PÊSSOA, 2009), logo foi adotado um fator multiplicador para o número de moradores de uma residência. Não sendo possível identificar o número de moradores ao se tratar de casa de passeio ou mesmo ausência dos mesmos, utilizará o fator multiplicador 1, no caso de micro empreendimentos (bares e mercearias) a NBR 7229 cita a contribuição de 6 litros esgoto por pessoa, contabilizando o esgoto emitido pelo proprietário, mais a frequência de cerca de 30 clientes por dia teremos o valor de 260 litros de esgoto por dia, sendo adotado o fator multiplicador 3, no caso de igrejas o valor adotado será 1, já que em locais de curta permanência a contribuição de esgoto por pessoa é de cerca de 2 litros/dia (NBR 7229), além de a frequência nesses locais se restringirem a um ou dois dias na semana, a Tabela 7 apresenta os pesos atribuídos a forma de esgotamento sanitário assim como os índices adotados para o fator multiplicador

Tabela 7– Peso e fator multiplicador para o indicador de esgotamento sanitário.

| Esgotamento | Peso | Fator multiplicador |
|--|-------------|--|
| Lançamento no corpo hídrico (CH) ou a Céu aberto | 3 | * Número de moradores ou |
| Fossa rustica até 10 m do CH | 2 | 1 - para casas de passeio/ moradores ausentes/ igrejas; |
| Fossa rustica com mais 10 m do CH | 1 | 3 - para micro |
| Fossa séptica | 0 | empreendimentos (bares e mercearias). |

O cálculo do coeficiente do indicador 4.1.1.1 foi obtido pela expressão:

$$Cie = P * FM$$

Sendo:

Cie – coeficiente do indicador de esgotamento;

P- peso do indicador;

FM – fator multiplicador.

4.4.1.2 Origem da água para consumo humano (Pa)

Segundo a Funasa (2013) cerca de 80% das doenças são veiculadas através dos recursos hídricos, causando morbidade e mortalidade. Foi adotado o índice (3) para famílias que utilizem o Rio do Colégio ou afluentes principais para consumo, já que nesses os animais têm contato direto com o corpo hídrico, possui vários pontos utilizados por banhistas, muitas casas estão situadas as margens, logo existe uma grande possibilidade de contaminação. Foi adotado o índice (2) para as residências que abastecem suas casas a partir de nascentes,

descartando a contaminação antrópica. O índice (1) foi adotado para nascentes preservadas e/ou protegidas impedindo o contato com bovinos ou ovídeos, ou para residências que possuam poços com uma distância mínima de 20 metros de fossas, reduzindo ainda mais a possibilidade de contaminação microbiológica. O índice (0) foi atribuído a residências que utilizassem água segura para consumo de origem tratada ou analisada periodicamente e em conformidade com a legislação (PORTARIA 2914/2011).

4.4.1.3 Coeficiente de destinação do resíduo sólido doméstico (Cirs)

A microbacia Rio do Colégio se localiza na zona rural e só existe o recolhimento dos resíduos sólidos na parte baixa da microbacia (dados obtidos com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental (SEMDA) de São Fidélis). A forma de destinação comumente usadas pelas populações das zonas rurais para os resíduos sólidos não aproveitados é o lançamento no entorno das residências, o que acarreta inúmeros problemas socioambientais como contaminação dos recursos hídricos e do solo, risco de incêndios, atração de animais peçonhentos ou vetores de doenças. A essa maneira de disposição dos resíduos foi atribuído o valor (3). Quando o resíduo é queimado ou enterrado, foi atribuído o valor (1), pois apesar de não ser o ideal, tais procedimentos minimizam alguns dos problemas citados anteriormente. O valor (0) foi atribuído quando o resíduo era destinado ao órgão público, sem impacto local.

O número de pessoas em uma residência afeta diretamente no volume de resíduos gerados, sendo, portanto, incluído o fator multiplicador para esse índice. A Tabela 8 apresenta um resumo dos valores atribuídos a destinação dos resíduos sólidos e o fator multiplicador sendo o número de moradores.

Tabela 8– Indicadores para a disposição do resíduo sólido, peso atribuído e o fator multiplicador adotado.

| Indicadores | Peso | Fator multiplicador |
|-----------------------------|-------------|----------------------------|
| Lançamento no entorno | 3 | |
| Queima ou enterra | 1 | Número de moradores |
| Destinação ao órgão público | 0 | |

De forma simplificada foi utilizada a fórmula abaixo, para o cálculo do coeficiente do indicador destinação dos resíduos sólidos.

$$\text{Cirs} = \text{P} * \text{FM}$$

Cirs – coeficiente referente a destinação dos resíduos sólidos;
 P – peso atribuído à forma de destinação dos resíduos sólidos;
 FM – fator multiplicador.

4.4.2 Indicadores para a utilização dos recursos naturais

4.4.2.1 Coeficiente de indicador de criação de animais (Cic)

➤ Índice relativo ao número de animais (Pn)

Inicialmente a atribuição dos valores foi relativo ao número de espécimes constatadas, após pesquisa com alguns produtores rurais, sendo utilizada como parâmetro uma família de pequeno porte (3 a 4 pessoas), tendo a criação de animais prioritariamente para subsistência, onde observa-se cerca de 15 cabeças de gado, até três suínos e um tanque de peixe com as dimensões 4m X 4m X 1m (16m³) – típico para os moradores da microbacia Rio do colégio. Portanto, adotou-se o valor (1) para o limite de até 15 cabeças de gado e/ ou até 3 suínos, entre 16 e 50 cabeças de gado e/ou 4 a 10 suínos (2), acima de 50 cabeças de gado e/ou acima de 10 suínos (3), no caso de ausência de criações o índice será (0).

➤ Fator de dessedentação de animais (Fd) e localização de excretas (Fe)

No entanto, o quantitativo não é o grande problema das criações de animais, a implicação maior está relacionada em como exercer a atividade produtiva impactando menos o ambiente, ou seja, o manejo sustentável, sendo assim foi analisado fatores como acesso aos corpos hídricos e o local da disposição dos dejetos. Para esses indicadores também foi adotado fatores multiplicadores conforme a Tabela 9.

Tabela 9– Atribuição de fatores multiplicadores ao manejo da pecuária.

| Indicadores | Fator multiplicador |
|--|----------------------------|
| Fator de dessedentação (FD) | |
| Dessedentação diretamente no corpo hídrico (CH) | 2 |
| Dessedentação com caixas | 0 |
| Fator de localização de excretas (FE) | |
| Excretas próximas em até 10m do CH | 3 |
| Excretas distantes em mais de 10m do CH | 2 |
| Excretas recolhidas e usadas como adubo orgânico | 0 |

➤ Relativo à piscicultura (Pp)

Os fatores analisados foram os volumes (m³) dos tanques de peixes e a destinação dos efluentes. Tanques com volume acima de 16m³ e com lançamento do efluente no corpo hídrico recebeu o índice (2), para tanques menores que 16m³ com lançamento do efluente no corpo hídrico, índice (1) e para tanques com destinação dos efluentes para irrigação ou em sumidouros distantes do corpo hídrico adotou-se o índice (0).

O cálculo do coeficiente do indicador 4.1.2.1 foi obtido pela expressão:

$$Cic = \sum(Pn) + (Pn * Fd) + (Pn * Fe) + Pp$$

Onde:

Cic – Coeficiente de indicador de criações

Pn – Peso relativo ao número de animais

Fd – Fator de dessedentação dos animais

Fe – Fator localização das excretas

Pp – Peso relativo a atividade de piscicultura

4.4.2.2 Coeficiente de indicador referente à agricultura comercial (Cia)

Para análise dos impactos da agricultura sobre os recursos hídricos e sobre o solo, foi averiguado a utilização de defensivos e adubo químico correlacionando com a proximidade dos recursos hídricos, os índices atribuídos se encontram na Tabela 10.

Tabela 10– Atribuição de valores ao indicador de agricultura comercial.

| Indicador | Peso |
|--|-------------|
| Uso de defensivos | |
| Uso de defensivos próximo em até 10m do CH | 2 |
| Uso de defensivos distante em mais de 10m CH | 1 |
| Não utilização | 0 |
| Uso de adubo químico | |
| Uso de adubo químico próximo em até 10m do CH | 2 |
| Uso de adubo químico distante em mais de 10m CH | 1 |
| Uso de adubo orgânico distante em mais de 10m CH | 0 |

O cálculo do coeficiente do indicador 4.4.2.2 foi obtido pela expressão:

$$Cia = \sum Pd + Pq$$

Onde:

Cia- Coeficiente do indicador referente à agricultura

Pd – Peso relacionado à utilização de defensivos

Pq - Peso relacionado à utilização de adubo químico

4.4.2.3 Peso para supressão da mata ciliar das nascentes (Ps)

A existência da vegetação ripária ou mata ciliar é de suma importância para se evitar vários problemas ambientais como, erosões, lixiviamento de matéria orgânica, acesso de criações aos cursos hídricos, manutenção do volume hídrico, dentre outros. Ao constatar durante a entrevista que os moradores: cercam as nascentes impedindo o acesso de animais na

área, possuem facilidade de acesso para manejo, relatem a existência de vegetação arbustiva, foi adotado o valor (0), no caso de argumentações que indiquem um estado de degradação da vegetação ciliar das nascentes que abastecem a propriedade, como presença de pastagens ou outras culturas e acesso ao gado, foi atribuído o valor (2).

4.4.3 Indicadores de saúde familiar (Cis)

Para mensurar possíveis contaminações microbiológicas, foi averiguado a incidência e frequência das diarreias, comum a várias infecções gastrointestinais virais, bacterianas, protozoonoses e verminoses, cada morador foi entrevistado e na ausência de algum membro da residência, o ente mais próximo responderá o questionário pelo mesmo. Ao relatar diarreia e/ou cólica intestinal frequente (um ou dois episódios de diarreia por semana) ou pouco frequente (um ou dois episódios de diarreia por mês) atribuiu o índice (3) declarando apresentar um episódio de diarreia e/ou cólica no último bimestre índice (1) e se relatar não ter apresentado os sintomas nos últimos dois meses (0).

Outro fator a ser pesquisado é a presença de verminoses e o uso de vermífugos. Ao relatar que fora diagnosticado com verminose nos últimos seis meses, mesmo tendo realizado o tratamento com vermífugos a probabilidade de ter disseminado milhões de ovos é expressiva (REY, 2014), para cada indivíduo que relatar ter apresentado verminoses de qualquer espécie nos últimos seis meses será atribuído o índice (3), no caso de desconhecimento será questionado a utilização de vermífugos como medida profilática, o índice (2) será atribuído a cada morador que responda não usar vermífugos e não ter feito exames a mais de um ano, (1) ao relatar que usa vermífugos sem prescrição médica e (0) quando o morador realizar exames periódicos e usar vermífugos com prescrição médica.

Para relatos de hepatite A, leptospirose, dengue (nos últimos seis meses), febre amarela, filariose e quaisquer doenças que possa ser veiculada pela água ou disseminada por vetores foi atribuído o valor (3) por indivíduo que tenha apresentado a patologia. A Tabela 11 sintetiza os dados acima.

Tabela 11– Índices atribuídos aos indicadores de saúde familiar e fator multiplicador adotado.

| Indicadores - Saúde familiar | Peso | Fator multiplicador |
|--|-------------|--|
| Frequência de diarreias (Pd) | | |
| Diarreia\ Cólica intestinal - Frequente ou Pouco Frequente | 3 | |
| Diarreia\ Cólica intestinal - Raro | 1 | |
| Não apresentou | 0 | Número de moradores que tenham relatado apresentar os sintomas |
| Verminose (Pv) | | |
| Foi diagnosticado nos últimos 6 meses com | 3 | |

| | |
|---|----------|
| verminoses | |
| Não usa vermífugos (há mais de 1 ano) e não realiza exames periódicos | 2 |
| Usa vermífugos sem prescrição médica - periodicamente | 1 |
| Realiza exames periódicos e\ou usa vermífugos com prescrição médica | 0 |
| Outras patologias de DRSAI (Pod) | 3 |

O coeficiente do indicador de saúde foi obtido pela expressão abaixo:

$$Cis = \sum Pd * FM + Pv * FM + Pod * FM$$

Onde:

Cis – coeficiente de indicador de saúde;

Pd- peso de frequência das diarreias;

Pv - peso de verminoses e uso de vermífugos;

Pod - peso de outras doenças DRSAI;

FM – Número de moradores que relataram apresentar os sintomas ou as patologias.

A significância do impacto por residência foi obtida a partir da somatória dos indicadores de saneamento, utilização dos recursos naturais e saúde.

Cálculo da significância do impacto por residência

$$Cir = \sum \frac{Cie + Pa + Cirs}{\text{Indicadores de saneamento}} + \frac{Cic + Cia + Pv}{\text{Indicadores da utilização dos recursos naturais}} + \frac{Cis}{\text{Indicadores de saúde}}$$

Cir- Cálculo do impacto por residência

Cie – coeficiente do indicador de esgotamento

Pa – Peso referente a origem da água pelos moradores

Cirs – Coeficiente referente a destinação dos resíduos sólidos

Cic – Coeficiente de indicador de criações

Cia- Coeficiente do indicador referente a agricultura

Pv – Peso referente a presença ou ausência da vegetação de mata ciliar

Cis – Coeficiente de indicador de saúde

Uma família com três pessoas apresentará uma variação de 0 a 66, portanto, para a interpretação dos dados foi utilizada como referência uma família típica da zona rural com as seguintes características: consome água de uma nascente preservada, sem acesso ao gado, possui fossa rústica, queime parte dos resíduos domésticos, tenha cerca de 20 cabeças de gado com dessedentação em caixas e que permaneçam distantes em mais de 10 metros do

corpo hídrico, possua um tanque de peixe com volume inferior a 16m³ e não lance o efluente nos recursos hídricos, que não relate apresentar sintomas de diarreias ou cólicas abdominais ou quaisquer outra DRSAI e utilize vermífugos sem prescrição médica. Os fatores descritos representam uma família que utilize os recursos naturais, tendo procedimentos mitigadores mínimos, sem a necessidade de investimentos econômicos substanciais, esse imóvel teria um impacto avaliado em 12,0 se enquadrando como pouco significativo, segundo a Tabela 12 adotada para interpretação dos valores constatados.

Tabela 12– Enquadramento das residências ou região mediante a significância do impacto avaliado com a matriz.

| Impacto Avaliado | Relevância |
|-------------------------|---------------------|
| 0 a 15 | Pouco significativo |
| 16 a 25 | Significativo |
| Acima de 25 | Crítico |

Ao final de cada linha da matriz obtém-se a significância do impacto para a residência, ou seja, o impacto pontual. Para o cálculo do impacto por região realizou-se uma média ponderada das residências analisadas, os resultados foram analisados utilizando a Tabela 12, de forma a qualificar os índices numéricos obtidos, desta forma através da matriz pode-se constatar residências potencialmente impactantes ou se existe um conjunto de habitações com o mesmo perfil, além disso é possível detectar qual o principal fator impactante para cada região, direcionando as informações ao setor do órgão público responsável, facilitando e agilizando a implantação da medida mitigadora.

4.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Para a elaboração dos mapas, visualização dos imóveis georreferenciados e medições das distâncias entre os pontos de coleta foi utilizado o programa Google Earth Pro 7.1.5.1557 com imagens de satélite datadas de 6 de Agosto de 2014. A versão profissional do Google Earth passou a ser disponibilizado gratuitamente a partir de fevereiro de 2015 e possui vários recursos que auxiliam nos trabalhos ambientais como: importação de dados SIG ESRI Shapefile, MapInfo Tab, imagens em HD (1920x1080), geolocalização manual de endereços, superposições de imagens, ferramentas de medição em linha, caminho, polígono, círculo, caminho 3D, polígono 3D (GOOGLE EARTH). Segundo Oliveira *et al.* (2009) as imagens de alta definição do Google Earth podem ser utilizadas de modo eficiente, na localização e quantificação das áreas de APPs. Os autores salientam que o produto cartográfico obtido

através de imagens capturadas com o programa a 4000m de altitude é compatível com a demanda várias atividades de planejamento ambiental. Butler (2006) relata as várias aplicações do programa Google Earth na área científica (Observações meteorológicas, migração de animais, deslocamento de massas de gelo, boias e icebergs).

Para a avaliação da vegetação ripária ao longo do curso hídrico principal da microbacia Rio do Colégio, foram utilizados os softwares: Spring 5.2.7 e Quantum Gis 2.10 Pisa. Os dados cartográficos da Malha Municipal, Hidrografia e Imagem de satélite, foram obtidos nos sites do IBGE, ANA e INPE. Os recortes das hidrografias, assim como os buffers de 30m (APP) gerados no Quantum Gis foram importadas para o programa Spring. Em seguida a partir da interpretação visual foram definidas três classes para avaliação da mata ciliar (preservada, alterada e degradada) e aplicadas ao software Spring. A classificação de cada pixel da área foi realizada de acordo com o tipo de cobertura que mais se assemelha às classes criadas. Os dados de espacialização foram gerados em Km². Os mapas gerados de cada região se encontram nos Apêndices G ao K.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO E MENSURAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

No total foram fotografados e georreferenciados 145 imóveis, no entanto, mais de 50% desses se encontravam desocupados ou abandonados, em péssimas condições de infraestrutura. A infraestrutura e a utilização dos recursos naturais foram analisadas em 70 residências, no entanto, a observação da saúde da população rural se restringiu a 50 residências, obtendo-se dados sobre a saúde de 141 pessoas. Vinte imóveis analisados (infraestrutura e utilização dos recursos naturais), não possuíam moradores, tratando-se de residências de passeio, pequenos bares, mercearias e igrejas.

Através da pesquisa de campo obtiveram-se dados de 100% dos moradores da parte alta e média da microbacia, tratando-se, portanto, de pesquisa por população. Apenas na região do Rio do Colégio, o levantamento de dados foi amostral, obtendo-se dados de forma aleatória de mais de 50% dos moradores.

A Figura 7 apresenta a distribuição da população entrevistada com o questionário sobre a saúde da população (141 moradores), distribuídas nas diferentes regiões da microbacia Rio do Colégio. O maior número de entrevistados pertencia à região da Toca fria e Santo Aleixo e Rio do Colégio.

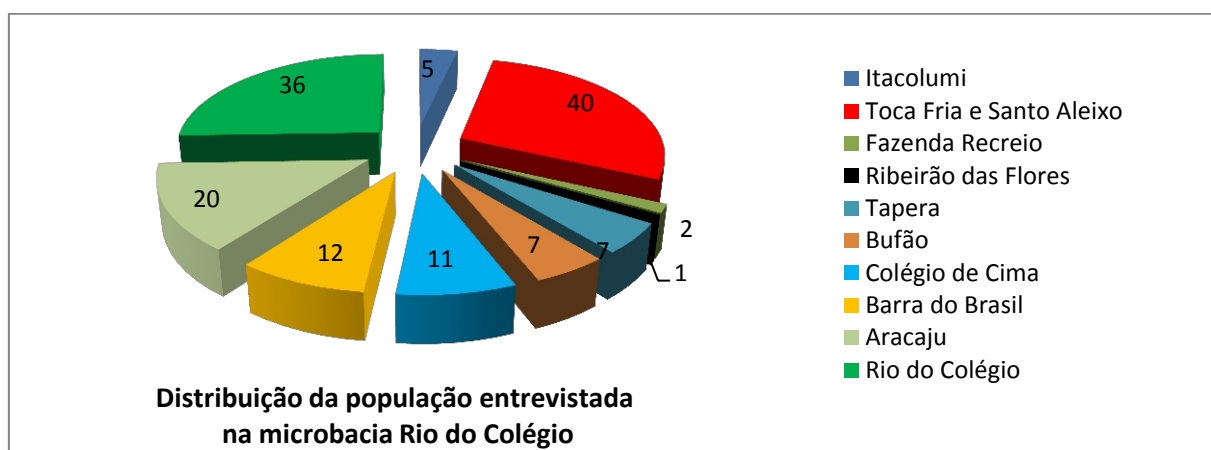


Figura 7 - Distribuição do número de pessoas entrevistadas por região da microbacia Rio do Colégio.

O percentual da significância dos impactos na microbacia sobre os eixos estabelecidos apresentou 48,5% para os indicadores de saneamento, seguido por utilização dos recursos naturais 28,6% e 22,9% para indicadores da saúde.

Em seguida serão discutidos individualmente os indicadores de cada eixo (Saneamento, Utilização dos Recursos Naturais e Saúde) e sua relevância em cada região da microbacia analisada.

5.1.1 Indicadores - saneamento básico

5.1.1.1 Esgotamento sanitário

Nesta pesquisa encontramos um percentual de 37,1% de residências que possuem esgotamento a céu aberto (com defecação em área aberta ou com canalização que escoam nas proximidades da residência) ou diretamente nos corpos hídricos, 51,4% das residências possuem fossas rústicas instaladas próximas aos cursos hídricos. Os indicadores para a forma de esgotamento sanitário corresponderam a 26,% dos impactos na microbacia Rio do Colégio (Tabela 13).

Tabela 13– Resultados dos indicadores para saneamento domiciliar na microbacia Rio do Colégio.

| INDICADORES - SANEAMENTO | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Esgotamento sanitário | Residências | Percentual das residências | Significância do impacto | Percentual do impacto | Desvio Padrão |
| Céu aberto ou no corpo hídrico | 26 | 37,1% | 204 | 17,4% | ±5,4 |
| Fossa rustica até 10 m do CH | 5 | 7,1% | 28 | 2,4% | ±3,3 |
| Fossa rustica - mais 10 m do CH | 36 | 51,4% | 78 | 6,6% | ±1,4 |
| Fossa séptica | 3 | 4,3% | 0 | | |

No Brasil houve melhorias significativas no setor de saneamento sanitário elevando o percentual populacional com esgotamento sanitário ideal de 67% para 81% entre 1990 e 2012 e uma redução de 17% para 3% para defecação a céu aberto. Nas áreas rurais, no entanto, ainda 17% da população praticam defecação a céu aberto, apesar da enorme redução de 48% para 17% entre 1990 e 2012, OMS/UNICEF (2014). O Instituto Brasileiro relata que do ano 2000 para 2008 houve um aumento de 33,5% para 44% de residências que possuíam sistema de canalização dos esgotos (IBGE, 2008). Esse estudo não informou o percentual de pessoas que utilizam outras formas de esgotamento.

Ao analisarmos por área (Figura 8), encontramos situações ainda mais graves, onde quase a totalidade da população possui esgotamento a céu aberto, por exemplo, 97,5% em Santo Aleixo e Toca Fria e as três residências no Bufão, possuem esgotamento a céu aberto

(Figura 9a, 9b). Desta forma a realidade constatada em algumas áreas da microbacia não condiz com as melhorias no saneamento rural observadas pela OMS/UNICEF (2014).

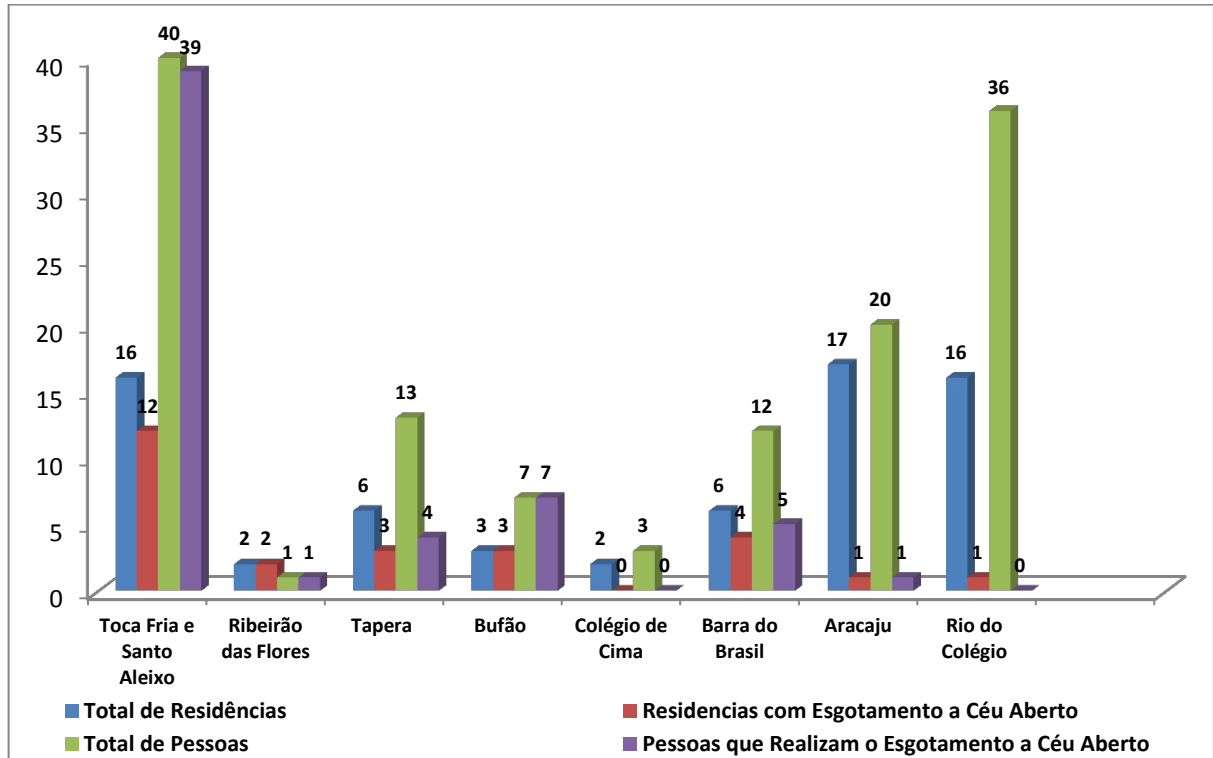


Figura 8– Total de residências e pessoas que possuem esgotamento a céu aberto ou nos cursos hídricos em relação ao total das residências e população entrevistada.



a



b

Figura 9 - Formas comuns de esgotamento sanitário na parte alta da microbacia Rio do Colégio. Seta larga aponta para o curso hídrico e a Seta estreita para a saída do efluente. a) Esgotamento próximo ao curso hídrico; b) Esgotamento peridomiciliar

A significância do indicador para esgotamento sanitário a céu aberto, revelou um dos mais preocupantes, representando 17,4% de todos os indicadores.

De acordo com a OMS/UNICEF (2014), apesar de ter havido melhoras em todo mundo com relação ao esgotamento sanitário, existem ainda 2,5 bilhões de pessoas que não tem acesso a instalações ideais e dentre essas, cerca de 1 bilhão de pessoas ainda praticam a defecação a céu aberto, essa prática está diretamente relacionada a mortalidade infantil principalmente em crianças menores que cinco anos, a desnutrição, além de expor o gênero feminino a violência sexual, interferindo na educação e aumentando as diferenças entre os sexos.

5.1.1.1.1 Medidas mitigadoras

Em regiões onde não existem serviços públicos para o esgotamento e tratamento dos esgotos sanitários, a implantação de mecanismos que impeçam a contaminação da água e do solo se torna necessário. O simples esgotamento sanitário adequado reduz cerca de 30% a 42% das doenças diarreicas (PRÜSS-ÜSTÜN, 2008; ASHBOLT, 2004), além disso, quando o esgotamento se dá diretamente nos cursos hídricos, potencializa o risco de transmissão de doenças (ASHBOLT, 2004).

Uma das estratégias empregadas a mais um século são as fossas sépticas. Nas fossas os dejetos são armazenados em uma ou várias câmaras por um período pré-determinado, onde ocorre a sedimentação do lodo e a retenção do material graxo, permitindo a digestão da matéria orgânica em compostos mais simples e a destruição de organismos patogênicos. A eficiência das fossas sépticas pode atingir 50% na redução da matéria orgânica e 30 % da DBO, no entanto, fica evidente a necessidade de manutenção periódica para o seu bom funcionamento (JORDÃO e PESSÔA, 2009). A NBR 7229/93 fornece informações para a construção e operação do sistema de fossas sépticas em câmara única e em série.

Não resta dúvidas sobre as vantagens da utilização das fossas sépticas, no entanto, várias críticas podem ser levantadas:

1- A manutenção periódica exige recursos humanos treinados e comprometidos, já que a falta de limpeza acaba reduzindo a eficiência do sistema comprometendo o solo e os recursos hídricos;

2 – A dificuldade em conseguir recursos humanos e materiais para a retirada do lodo acumulado;

3 – Disposição inadequada do lodo retirado, implicando ainda em riscos de contaminação do operador e do ambiente;

4 – Negligência dos usuários na execução da manutenção seja por aversão ao material fecal ou mesmo pela falta de fiscalização.

Desta forma, fica evidente que apesar da instalação das fossas sépticas serem relativamente simples e barata, ao implementar tal medida mitigatória a manutenção do sistema deve ser planejada.

De acordo com o Dr. Karl Imhoff, autoridade em assuntos de saneamento sanitário, a instalação das fossas sépticas apenas devem ocorrer em locais onde não existam redes coletoras ou quando se torna inviável, devido à distância, a conexão do esgotamento a uma rede coletora, como ocorre em casas de campo isoladas ou indústrias. Segundo o especialista o mais indicado é a construção de redes de coleta de esgoto seguida por uma depuradora (uma estação de tratamento de esgoto – ETE), ainda acrescenta que a administração pública deveria proibir a instalação de fossas sépticas individuais, em locais onde existam redes coletoras de esgoto, inclusive se referindo a essas como um malefício pelas causas já citadas (IMHOFF, 1996 *apud* JORDÃO e PESSÔA, 2009).

5.1.1.2 Água para consumo humano

No presente trabalho foi possível constatar que não existe nenhuma forma de tratamento da água e nem mesmo o fornecimento de caminhões pipas ou treinamento de pessoal para tratamento básico local para desinfecção por parte dos órgãos públicos, toda a população utiliza a água *in natura* (Tabela 14). Os moradores, sempre que possível, procuram uma nascente distante em cerca de 500 m, canalizam em mangueiras pretas até um grupo de casas. Também foi possível constatar moradores, da parte baixa da microbacia, utilizando água diretamente do Rio do Colégio ou afluentes, já que as nascentes utilizadas anteriormente secaram.

Tabela 14 - Resultados dos indicadores para origem da água consumida, na microbacia Rio do Colégio.

| INDICADORES - SANEAMENTO | | | | | |
|--|--------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Origem da água para consumo humano | Residências | Percentual | Significância do impacto | Percentual do impacto | Desvio Padrão |
| | | das residências | | | |
| Rio do Colégio /Afluente principal | 18 | 25,7% | 54 | 4,6% | ±1,3 |
| Nascente com acesso ao gado | 34 | 48,6% | 68 | 5,8% | ±1,0 |
| Nascente sem acesso ao gado ou poço distante em mais de 20 metros de fossas rústicas | 15 | 21,4% | 15 | 1,3% | ±0,4 |
| Água tratada ou analisada | 3 | 4,3% | 3 | 0,3% | ±0,2 |
| | 0 | | | | |

Essas informações são preocupantes, já que não se conhece a qualidade dessas águas e existe um grande risco de veiculação hídrica de doenças. Segundo Prüss-Üstün (2008), cerca de 10% do total das doenças globais poderiam ser prevenidas com melhorias no saneamento básico e na gestão dos recursos hídricos.

Entre as metas mundiais (MDG - *Millennium Development Goals*), está o abastecimento com água potável segura. A meta para 2015 era reduzir pela metade a população desprovida de água apropriada para consumo o que representaria um salto de 76% para 88%. Essa meta foi atingida em 2012, uma vez que cerca de 2,3 bilhões de pessoas ganharam o acesso à água de qualidade chegando a uma cobertura mundial de 89% (OMS/UNICEF, 2014). Essas melhorias representam qualidade de vida para a população, reduzindo em até 9,1% índices relacionados à morbidade e mortalidade (como o DALY = *Disability Adjusted Life Years* – total de anos de vida perdido por invalidez ou morte prematura) e de 6,3% das mortes mundiais (PRÜSS-ÜSTÜN, 2008).

No Brasil, segundo IBGE (2008) 99,4% dos 5.564 municípios possuem “abastecimento por rede geral de distribuição em pelo menos um distrito ou parte dele”, apesar de parecer um dado fabuloso, o artigo ressalta que apenas 87,2% da água distribuída era totalmente tratada, que ainda existem 12 milhões de residências sem abastecimento e 14,8% da população brasileira utiliza fontes alternativas de abastecimento.

A distribuição por área, não foi apresentada em tabelas, já que tal indicador se mostrou bastante homogêneo. A parte alta da microbacia (Itacolumi, Toca Fria, Santo Aleixo, Ribeirão das Flores, Tapera e Bufão) utiliza exclusivamente nascentes e o uso de afluentes e do próprio Rio do Colégio foi observado apenas na parte baixa da microbacia (Barra do Brasil, Aracaju e Rio do Colégio).

A população abastecida com as águas originadas nas nascentes exibiam uma tranquilidade e convicção de que essa era de excelente qualidade, inclusive argumentando que a qualidade dessa água é superior a água tratada e distribuída pela CEDAE ao Município de São Fidélis. Amaral (2003) observou a mesma opinião formada por 100% da população entrevistada. Segundo Seoane (1988), tal comportamento se explica pelo bom aspecto da água e pelo consumo por longos períodos sem correlação com quaisquer doença, (SEOANE, 1988 *apud* AMARAL, 2003). Com relação à qualidade dos afluentes e do curso hídrico principal, Rio do Colégio, a visão da população se mostrava totalmente oposta, apresentando total insegurança para a utilização da mesma. Tal fato se deve, ao conhecimento sobre o lançamento de esgotos pela parte mais alta da microbacia, acesso de animais nos cursos

hídricos e presença de banhistas em vários pontos. As poucas pessoas que assumiram abastecer e consumir a água do Rio do Colégio relatou intensa preocupação com a sua saúde e de seus familiares.

Segundo Palhares (2010), o Brasil apresenta uma das piores situações na questão de saneamento e água potável no meio rural, comparado a outros países latino-americanos, portanto, é de suma importância políticas voltadas para o saneamento rural.

5.1.1.2.1 Medidas mitigadoras

Nas situações descritas, onde a população capta água por meios alternativos, torna-se necessário o emprego de algum método de tratamento, devido aos riscos de contaminações. A responsabilidade do tratamento da água recai sobre os moradores. Nesse caso, existe o risco dos procedimentos não serem seguidos corretamente, comprometendo a saúde dos moradores (HELLER, 2006). Para Amaral (2003), incumbir o consumidor de realizar o próprio tratamento da água é uma postura incorreta, devido a falta de conhecimentos dos riscos que a água pode oferecer. Tal incumbência, deve recair sobre o poder público, implementando medidas de vigilância da qualidade da água na zona rural e orientando a população sobre os riscos de utilizar as águas sem tratamento. Heller (2006) ressalta que existe a necessidade de treinar a população que irá realizar o tratamento das águas provenientes de fontes alternativas.

Vários métodos de tratamento da água estão disponíveis a baixo custo e de boa eficiência na redução das morbidades causadas por diarreias, dentre elas a desinfecção por radiação Ultravioleta (UV), fervura, filtração e cloração (ANA, 2011).

A fervura da água nem sempre é bem vista pela população, por apresentar sabor (relatos dos moradores da microbacia) ao ocorrer à liberação dos gases dissolvidos na água, durante o processo.

Com relação à radiação solar, segundo Heller (2006) a maioria dos organismos patogênicos é eliminada ao ficar em contato com o calor e a radiação UV solar por cerca de 95 minutos.

Outro método de tratamento individual bastante empregado é o uso de cloro e seus derivados, como: hipoclorito de sódio 20 a 30% de Cloro (líquido); água sanitária a 2%; cloro granulado (pó) a 65%; hipoclorito de cálcio (pó) a 10%; cloro estabilizado em pastilhas (65 a 90% de cloro). A dosagem do cloro varia conforme o produto utilizado, sempre obtendo a concentração de 1mg/L. O produto mais comercializado em função do custo, disponibilidade

e facilidade é o hipoclorito de sódio (líquido) que possui de 2 a 2,5% de cloro ativo, popularmente conhecido como água sanitária, no entanto, mesmo tratando de um processo simples e barato, exige cautela para se evitar erros na concentração utilizada (OTÊNIO *et al.*, 2010).

A EMBRAPA desenvolveu um sistema dosador simples a ser implantado na zona rural, bastando orientar os moradores como proceder (Figura 10).

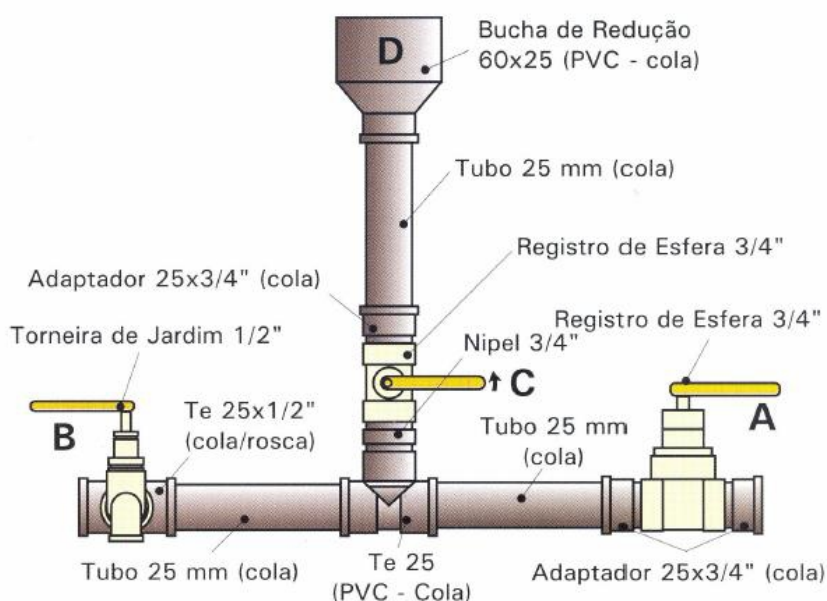


Figura 10 - Esquema de montagem do clorador de água, desenvolvido pela EMBRAPA.
Fonte: Embrapa (2010)

Além das medidas mencionadas, os órgãos ambientais devem estar imbuídos da responsabilidade de executar ações educativas e de conscientização para informar a comunidade dos riscos e como proceder no caso de tratamentos alternativos da água. Já a participação da comunidade é de suma importância no monitoramento local dos surtos de diarreias e mudanças nas características organolépticas da água, alertando os agentes fiscalizadores de forma a assegurar a qualidade da água servida (ANA, 2011).

5.1.1.3 Descarte do resíduo sólido doméstico

As famílias no geral reciclam a matéria orgânica para alimentação das criações e adubação de pequenas hortas. O restante dos resíduos domésticos (metais, plásticos e papeis) tem uma destinação diferenciada. Na parte baixa da microbacia, 37,1% da população destinam esses resíduos ao órgão público, já que existe o serviço de coleta seletiva a cerca de um ano (informações obtidas com a SEMDA de São Fidélis). Na matriz utilizada essas

famílias não apresentaram impacto com relação ao descarte do resíduo sólido. Nos locais onde não está disponível esse serviço, os metais são armazenados com a finalidade de reutilização ou venda. Já papéis e plásticos são queimados, em buracos, sendo posteriormente enterrados, não apresentando riscos de incêndios florestais.

Segundo Baird (2002) a incineração apresenta aspectos positivos, como a redução do volume dos resíduos, além de eliminar organismos patogênicos, o principal problema é a poluição atmosférica. O impacto avaliado pela matriz para tal indicador foi de $98 \pm 1,7$, representando 8,3% dos impactos para a microbacia, já que 54,3% das residências utilizam essa forma de destinação (Tabela 15). O ideal seria que esse material queimado fosse direcionado para um aterro controlado, no entanto, ainda não existe esse tratamento para os resíduos sólidos no município. Apesar do índice ser significativo para esse indicador, a população local cuida para que esses resíduos não poluam os recursos hídricos ou se dispersem pela vegetal local, demonstrando assim, práticas mitigatórias nesse quesito.

A atitude da população com respeito ao descarte do resíduo sólido é elogiável, já que apenas uma família foi registrada realizando o descarte dos resíduos nas matas ao redor, no restante da microbacia as áreas peridomiciliares se mostravam aparentemente limpas.

Tabela 15– Resultados dos indicadores para a disposição dos resíduos domésticos, na microbacia Rio do Colégio.

| INDICADORES - SANEAMENTO | | | | | |
|--|--------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Disposição do resíduo doméstico | Percentual | | Significância do impacto | Percentual do impacto | Desvio Padrão |
| | Residências | das residências | | | |
| Lançamento no entorno | 1 | 1,4% | 21 | 1,8% | $\pm 2,5$ |
| Queima ou enterra | 38 | 54,3% | 98 | 8,3% | $\pm 1,7$ |
| Destinação ao órgão público | 26 | 37,1% | 0 | | |
| Não informado | 5 | 7,1% | | | |

5.1.2 Indicadores – utilização dos recursos naturais

5.1.2.1 Criação de animais

Foram registradas 2.507 cabeças de gado, 27 suínos e 7 tanques de peixes ao longo da microbacia Rio do Colégio (Tabela 16). Uma vez que muitos dos produtores não residem no local (alguns inclusive são moradores de outras cidades) e não foram encontrados os

encarregados, a informação sobre a atividade pecuarista de corte na microbacia, certamente, está sub estimada.

Tabela 16- Distribuição de criações na microbacia Rio do Colégio.

| Áreas da microbacia | Gado | Suíno | Piscicultura |
|------------------------------|-------------|--------------|---------------------|
| Itacolumi | 220 | | 1 |
| Toca Fria e Santo Aleixo | 117 | 25 | 3 |
| Fazenda Recreio | 700 | | |
| Ribeirão das Flores | 30 | | |
| Tapera | 50 | | |
| Bufão | 160 | | 2 |
| Colégio de Cima | 410 | | |
| Barra do Brasil | 630 | | |
| Aracaju | 100 | | 1 |
| Rio do Colégio (parte baixa) | 90 | 2 | |

O sistema amplamente adotado pelos produtores da microbacia Rio do Colégio foi a de pastagem extensiva, onde o gado se desenvolve solto pelo terreno com pequena intervenção do produtor, pela adição de sal e às vezes concentrados. Esse método difundido por todo o país apresenta baixos custos de manutenção e mão de obra, baixa produção e rentabilidade. Outro aspecto é a grande pressão sobre o meio ambiente, pois a produção depende diretamente da área disponível, sendo as queimadas e o desmatamento uma estratégia para se aumentar a produção.

Segundo Dias *et al.* (1999), esse sistema de exploração extensivo causa expressivos impactos ambientais negativos gerado pelo superpastoreio, o que provoca alterações na camada superficial do solo, na diversidade das espécies vegetais e favorece os processos erosivos e conseqüentemente o assoreamento do leito dos corpos hídricos. Os autores ressaltam que a intensidade dos impactos está relacionado a espécie animal, ao porte e a lotação por unidade de área, além da topografia e do tipo do solo da área.

Apesar de esses registros estarem sub estimados, foi possível observar o a significância do impacto causado pela pecuária. Alguns dos danos ambientais que podem ser especulados são a ampliação de áreas com desmatamento e queimadas intencionais (informações relatadas por servidores do INEA-PED), os gases liberados do sistema digestório desses ruminantes ou dos dejetos em decomposição. Apenas o simples manejo incorreto e não o quantitativo, demonstrou que um impacto relevante ($108 \pm 2,2$) corresponde a dessedentação diretamente nos corpos hídricos (Tabela 17). Outro índice que aponta para a falta de manejo na produção pecuária foi à localização do gado em relação ao corpo hídrico, com vista à disposição dos

dejetos. Esse indicador apresentou um percentual de 13,8% dos impactos, já que 90% dos produtores deixam o gado próximo em até 10 metros dos corpos hídricos (Figura 11a, 11b).

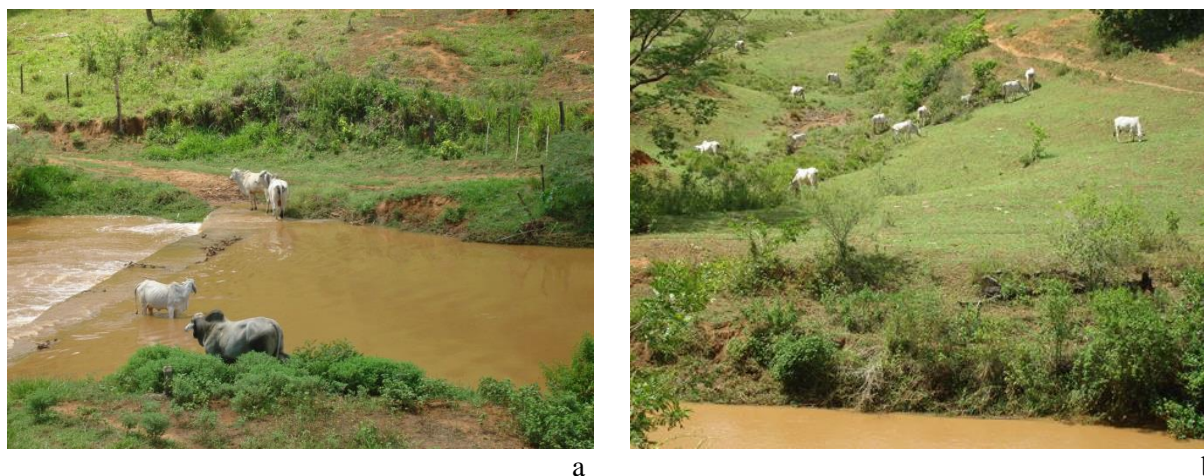


Figura 11 – Manejo inadequado do sistema de produção pecuária, amplamente observado na microbacia Rio do Colégio. a) Acesso do gado ao corpo hídrico; b) Proximidade da atividade pecuária aos cursos hídricos.

Tabela 17– Quantitativo de animais por residência e resultados dos indicadores para o manejo do gado, na microbacia Rio do Colégio.

| INDICADORES – UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS | | | | | |
|---|-------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------|
| | Residências | Percentual das residências | Significância do impacto | Percentual do impacto | Desvio Padrão |
| Criação de animais | | | | | |
| Acima de 50 cabeças (gado)\10 (suínos) | 8 | 11,4% | | | |
| Entre 16 e 50 cabeças (gado)\ 4-10 (suínos) | 11 | 15,7% | | | |
| Até 15 cabeças (gado)\ até 3(suínos) | 11 | 15,7% | | | |
| Ausência de criações | 40 | 57,1% | | | |
| Fator dessedentação (Fd) | | | | | |
| Dessedentação diretamente no CH | 27 | 90,0% | 108 | 9,2% | ±2,2 |
| Dessedentação com caixas | 3 | 10,0% | 0 | 0,0% | |
| Fator de localização de excretas (Fe) | | | | | |
| Dejetos próximos em até 10m do CH | 27 | 90,0% | 162 | 13,8% | ±3,3 |
| Dejetos distantes em mais de 10m do CH | 3 | 10,0% | 3 | 0,3% | ±0,2 |
| Dejetos recolhidos e usados como adubo orgânico | 0 | | | | |

Segundo Lima *et al.* (2010), para uma produção sustentável os animais não podem ter acesso aos cursos hídricos, sendo a dessedentação restrita a bebedouros adequados a espécie e a idade do animal. A dessedentação dos animais diretamente nos cursos hídricos implica em contaminação microbiológica direta através da saliva e das excretas eliminadas, além de

alterar os fatores físico-químicos da água, pela movimentação de sedimentos, tornando-a inapropriada para consumo humano.

Dias *et al.* (1999) relata que ao se encontrar distante dos corpos hídricos as excretas provenientes de animais depositadas aleatoriamente podem beneficiar o solo pela adubação natural, no entanto, a proximidade com os recursos hídricos leva a contaminação e disseminação de doenças.

Dependendo da porosidade do solo, os dejetos podem infiltrar ou mesmo serem transportados a partir das pastagens para os cursos hídricos. Como toda a microbacia apresenta uma geografia montanhosa, o risco de lixiviamento e transferência de patógenos para os cursos hídricos é realmente relevante (MAWDSLEY, 1995).

O arraste dos dejetos aos cursos hídricos aumenta a DBO da água, o que gera redução do oxigênio dissolvido no meio, altera a temperatura, aumenta a turbidez, promove a eutrofização, conforme observado nos trabalhos de Marcantonio *et al.* (2007), Simplício *et al.* (2011), modificando a biodiversidade local, fatos apoiado por Braga *et al.* (2005).

Palhares (2010) relaciona o impacto econômico gerado pela contaminação dos recursos hídricos. A exposição dos rebanhos a água contaminada deixa os animais mais vulneráveis a doenças, o que gera ônus para a produção, além de interferir na qualidade dos produtos, reduzindo a competitividade de commodities agropecuárias (grifo do autor).

Quando se trata da produção leiteira, a água contaminada utilizada para dessedentação ou higienização dos recipientes e das instalações tem contribuído para perdas econômicas, devido à deterioração do produto pelo aumento de bactérias e doenças em animais, como mastites, além de prejuízos na saúde humana ao consumir o produto (PICININ, 2010; OTÊNIO *et al.*, 2010; DIAS *et al.*, 1999).

Foram registradas cinco residências com suinoculturas, o manejo observado foi o tradicional com os animais em confinados em chiqueiros com piso a cimentado, sendo os dejetos lavados constantemente em direção aos cursos hídricos, conforme observado na Figura 12. Esse método de manejo compromete a qualidade das águas, com arraste de dejetos, alimentos e hormônios. O excesso de nutrientes, principalmente as altas concentrações de nitrogênio, promove a eutrofização, aumento do DBO e modificações do ecossistema. O acúmulo de dejetos atrai moscas e libera maus odores. (BARBOSA e LANGER, 2011; OLIVEIRA e NUNES, 2002; USDA/USEPA, 1999; NUNES, 2003; KUNZ, HIGARASHI e OLIVEIRA, 2005). Oliveira *et al.* (1993) relatam várias doenças de preocupação pública,

como salmonelose, leptospirose, hepatite, peste suína entre outras, que são disseminadas pelas fezes suínas. Cabe ressaltar que 95% das granjas, foram registradas na região de Toca Fria e Santo Aleixo, a montante da microbacia.



Figura 12- Sistema de produção intensivo das suinoculturas, observado na microbacia Rio do Colégio. Seta larga aponta para o curso hídrico e a Seta estreita para o chiqueiro.

Com relação à piscicultura foram registrados quatro tanques maiores de 16m³ e três com volumes menores, todos com o lançamento dos efluentes diretamente nos corpos hídricos. A matriz indicou um impacto de 0,94% para esse indicador, em relação aos impactos verificados na microbacia. Apesar do baixo valor constatado, através desse indicador, foi possível observar em vários locais (durante a pesquisa de campo), a escavação no solo, para a instalação de tanques de peixes. Tais intervenções estavam sendo realizadas sem nenhuma supervisão técnica ou legalização da atividade (esses locais foram repassados para a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental de São Fidélis).

Tal manejo promove a deterioração da qualidade dos recursos hídricos, com o lançamento de efluentes ricos em nitrogênio, fósforo e matéria orgânica provenientes das excretas ou da alimentação servida (DIAS *et al.*, 1999; ELER e MILLANI 2007; VALENTI, 2002). Eler e Millani (2007) acrescentam sobre a utilização na piscicultura de produtos químicos como: hormônios, desinfetantes, compostos para controle de doenças e predadores. Esses produtos podem atingir os cursos hídricos, interferindo na fisiologia dos organismos do ecossistema, de forma letal ou promovendo a resistência a algumas substâncias.

Além disso, o risco de introdução de espécies exóticas é significativo, já que os tanques estão conectados diretamente com o curso hídrico.

5.1.2.1.1 Medidas mitigadoras e estruturais

5.1.2.1.1.1 Dessedentação de criações

Como já salientado 90% dos produtores, permitem o acesso do gado aos recursos hídricos, algumas medidas mitigadoras simples e de baixo custo podem ser implementadas. Tais medidas são: a instalação de caixas de dessedentação, restrição dos animais aos cursos hídricos e a orientação e fiscalização por órgãos ambientais.

Palhares e Gebler (2014) denominam como boas práticas hídricas e ao meio ambiente a instalação de caixas de dessedentação e a restrição do acesso de animais aos corpos hídricos, no entanto, destaca a importância de se dimensionar os bebedouros de acordo com as necessidades fisiológicas dos animais, além da manutenção periódica realizando a limpeza, verificação de defeitos e análise da qualidade da água pelo menos um vez ao ano. Dias *et al.* (1999 p. 24), também citam a necessidade de implantação de caixas de dessedentação a fim de “controlar a pressão dos animais sobre as áreas de pasto e ecossistemas naturais da propriedade”.

Capoane e Rheinheimer (2013) salientam a importância de se restringir o acesso de animais aos cursos d’água e nascentes de forma a permitir a recomposição da vegetação ciliar e controle da qualidade da água dos corpos hídricos. Carr e Neary (2008), abordam a necessidade de implantar cercas de retenção na pecuária de forma a reduzir a entrada de nutrientes provenientes dos dejetos animais nos corpos hídricos. Portanto, existe a necessidade de analisar a localização da produção pecuária com objetivo de mitigar os riscos de contaminação hídrica e ambiental (PALHARES, 2010).

5.1.2.1.1.2 Sistemas de produção na pecuária bovina

Diante dos fatos abordados existe extrema necessidade de substituir o sistema de pastagem extensiva para sistemas mais intensivos, aumentando a produtividade e rentabilidade por área (PALERMO, 2011; PRIMAVESI e PRIMAVESI, 2003), destinando áreas para agricultura ou reflorestamento, utilizadas anteriormente na pecuária.

Como exemplo a simples adoção de pastagens plantadas em substituição das pastagens nativas dobrou a produtividade pecuária no Brasil, de 0,5 cabeça/ha em 1970 para 1cabeça/ha

em 2005 com uma redução de 100 milhões de ha de pastagens naturais em 1970 para 54 milhões em 2006 (IBGE, 2015).

As alternativas adotadas pelo governo Federal para redução de CO₂eq. no Decreto nº 7390/2010 art. 6º, fornece algumas medidas a serem implementadas na pecuária:

- IV - recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas;
- V - ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares;
- VI - expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de hectares;
- VII - expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo, em substituição ao uso de fertilizantes nitrogenados.

Em seguida são apresentados métodos que aumentam a produtividade por área e reduzem a pressão sobre o ambiente:

- Sistema de plantio direto (SPD)

O Sistema Plantio Direto consiste na manutenção da cobertura do solo, revolvendo o solo apenas na linha ou cova da semeadura. Esse processo contribui na redução de erosões, de lixiviamento da matéria orgânica e adubos, aumento da eficiência da adubação, redução de custos para o produtor (AMARAL *et al.*, 2012; GONÇALVES *et al.* 2007; Bertol *et al.*, 2007).

Cabe ressaltar que existe a necessidade de associar o SPD com outros sistemas, pois ainda ocorre perda significativa de solo entre os sulcos, assim como lixiviação de parte dos compostos do solo, principalmente durante enxurradas, alterando as propriedades físico-químicas das águas. Isso foi observado no trabalho de Bertol *et al.* (2007) ao tratar o solo com adubo químico e orgânico (dejetos suínos) e analisar as alterações na água e no solo sob a técnica de plantio direto.

- Sistema de rotação de cultura em piquete

O sistema de pastagens rotacionadas em piquetes consiste em dividir a área antes destinada a pastagem extensiva em lotes menores de forrageiras (piquetes). Esses lotes são utilizados em sequência possibilitando a rebrota e a recuperação da pastagem onde já foi utilizada. O sistema evita o superpastejo e o subpastejo (PALERMO, 2011), permitindo um crescimento rápido e vigoroso com disponibilidade de alimento durante todo o ano, já que não ocorre o

pisoteio do gado nas áreas já utilizadas. Oliveira (2006) e Martha Júnior *et al.* (2003) abordam a metodologia do dimensionamento dos piquetes e a produtividade por área.

Oliveira (2006) aborda que em algumas situações para que ocorra a rebrota vigorosa das forrageiras torna-se necessário o pastejo por dois grupos de animais. O primeiro grupo deverá ser composto por animais com maiores exigências alimentares (vacas leiteiras) que consumirão as forrageiras de consideradas de ponta. No caso de sobra, outro grupo de animais, menos exigentes em relação aos valores nutricionais, consumirá o restante da forragem.

Uma das vantagens do manejo do gado em pastagens rotacionadas em relação às pastagens extensivas é a capacidade de lotação, passando de 0,5 cabeça/ha até 8 cabeças/ha (MARTHA JÚNIOR *et al.*, 2003; PALERMO, 2011). Isso aumenta a produtividade, reduzindo as áreas destinadas a pecuária e as utilizando para fins de reflorestamento ou agricultura.

No caso de pastagens degradadas ou como prevenção do desgaste do solo por monoculturas e redução de investimentos concernente a adubação, o sistema de rotação em piquetes poderá ser usado alternando diferentes espécies vegetais, onde os efeitos residuais de uma espécie contribuam de forma positiva para a cultura posterior (GONÇALVES *et al.* 2007).

Gonçalves *et al.* (2007) apresenta vários modelos de rotação de culturas em piquetes de acordo com a regionalidade, resistência a pragas e interesse econômico.

- Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta

Amaral *et al.*(2012), Balbino *et al.* (2011) e Balbino *et al.* (2012) descrevem a estratégia Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) como uma forma de produção sustentável onde as atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais são exercidas em uma mesma unidade de manejo de forma consorciado ou rotacionado. O sistema proporciona melhor aproveitamento do terreno, reduzindo os impactos ambientais da agropecuária. Segundo os autores as modalidades do iLPF podem ser divididas em:

- Agropastoril - Integração Lavoura-Pecuária;
- Agrossilvipastoril - Lavoura-Pecuária-Floresta;
- Silvipastoril - Pecuária-Floresta

- Silviagrícola - Lavoura-Floresta.

O sistema iLPF contribui para a recuperação de áreas degradadas, proteção dos recursos hídricos e do solo, reciclagem dos nutrientes de forma eficiente, maiores rendimentos econômicos a menor custo e com qualidade superior, diversificação de oferta, redução de defensivos graças ao controle biológico, redução da erosão, distribuição de renda mais uniforme, dentre outras vantagens (AMARAL *et al.*, 2012; BALBINO *et al.*, 2011 e 2012; KLUTHCOUSKI *et al.*, 2004).

Macedo (2009) trata como promissor o sistema agropastoril ou iLP (integração Lavoura-Pecuária)- uma das modalidades iLPF- associado ao SPD para a recuperação das áreas de pastagens degradadas, inferindo na melhoria das propriedades do solo, proporcionando a produção de forrageiras de melhor qualidade, otimizando a produtividade.

Balbino *et al.* (2011) salienta que inserir o componente arbóreo ao sistema iLP, representa um avanço inovador, pois permite uma produção diversificada ao longo do ano, como grãos, carne ou leite e produtos madeireiros e não madeireiros. Além disso, o sombreamento fornecido pelas espécies arbóreas, evita perdas na produtividade pecuária como queda na produção de leite e abortamento provocado pelo estresse térmico (OLIVEIRA, 2006).

- Confinamento

O confinamento é uma prática intensiva de produção, onde o gado fica retido em piquetes, sendo alimentado no local evitando o pastejamento (PALERMO, 2011). Para Dias Filho (2011 p.16) o confinamento de bovinos de corte constitui um sistema intensivo de produção “com objetivo de produzir carne em quantidade e qualidade, respeitando os aspectos sanitários, nutricionais, comportamentais dos animais e do meio ambiente”.

Os autores Dias Filho (2011); Nogueira (2006) apontam como vantagens do sistema de confinamento:

- Aumento da produtividade em função da redução da idade de abate e rápido ganho de peso;
- Produção de carne mais macia e de alta qualidade;
- Produção ininterrupta ao longo do ano, mesmo em períodos de seca;
- Recuperação de áreas de pastagens degradadas;
- Aproveitamento dos resíduos como adubo orgânico;

- Liberação de áreas antes destinadas a forrageiras.

Apesar das vantagens apresentadas, a implantação desse sistema no Brasil ainda é baixa, devido aos altos custos de implantação, baixas margens de lucro (cerca de 10% mais rentável que a pecuária tradicional), além da grande disponibilidade de terras e a facilidade da pecuária extensiva Abreu (2013). Dias Filho (2011) acrescenta que se trata de um sistema complexo que demanda um alto nível de investimentos tecnológicos e treinamento de pessoal.

Nogueira (2006) apesar de concordar com os benefícios do confinamento, o autor denomina o produtor de “refém” ao implantar esse sistema, já que ao atingir o porte de comercialização, se os preços de mercado estiverem baixos, haverá perdas econômicas ao vender o produto. Por outro lado, se decidir adiar, os preços imputados até a venda, também resultarão em perdas, além disso, o estoque de forrageiras é limitado, inviabilizando o confinamento por longos períodos.

Vários autores concordam que a implantação do sistema de confinamento exige altos investimentos em espécies, equipamentos, mão-de-obra, alimentação e sanidade animal, em vista disso Wedekin *et al.* (1994) salienta a importância do planejamento adequado em face do risco do empreendimento, para Restle (2000) é imprescindível a avaliação econômica dos custos totais, já que nem sempre a melhor resposta biológica coincide também com a melhor resposta econômica (RESTLE, 2000 *apud* ABREU, 2013). Abreu (2013) aponta a necessidade de um controle rígido em todas as etapas do processo, devido ao baixo rendimento por cabeça. Nogueira (2006) contabiliza os investimentos para o confinamento de 200 a 240 animais (na época chegando a 41,5 mil reais). Lopes e Carvalho (2002) concordam com altos investimentos e rendimentos baixos em torno de 10%.

Portanto, apesar das vantagens apresentadas o confinamento atenderia apenas poucos produtores da microbacia Rio do Colégio, já que quase na totalidade trata-se de pequenos produtores com pouco recursos econômicos, desta forma a implantação dos sistemas SPD e iLPF sem dúvidas aumentariam a produtividade e mitigariam os impactos caracterizados

5.1.2.1.1.3 Disposição dos dejetos animais

Ao se adotar o sistema de iLPF, os resíduos deixados pelo gado são rapidamente reciclados e enriquecendo o solo (BALBINO *et al.*, 2011; BALBINO *et al.*, 2012; DIAS *et al.*, 1999). Por outro lado, se implantado o sistema de confinamento os dejetos deverão ser

manejados para comercialização ou adubação na agricultura. Segundo Dias *et al.* (1999), a concentração de resíduos sem o devido manejo podem contaminar os recursos hídricos, gerar maus odores e contribuir para a proliferação de vetores. Abreu (2013) alerta que a falta de manejo dos resíduos acarreta enfermidades no gado.

No caso das suinoculturas, o sistema intensivo em confinamento empregado, exige que os dejetos sejam tratados evitando os impactos mencionados anteriormente (item 5.1.2.1). Os autores Barbosa e Langer (2011) e Kunz, Higarashi e Oliveira (2005) apontam os sistemas biodigestores, como maneira eficiente de mitigar os problemas gerados pelos dejetos das granjas, agregando valor ao resíduo. No entanto, a produção de poucas cabeças (2-5) e a carência de recursos financeiros para a implantação de biodigestores, conforme observado nas residências da microbacia, inviabiliza tal medida mitigadora.

Kunz, Higarashi e Oliveira (2005) apresentam outras formas de tratamento dos dejetos suínos, comparando as vantagens e desvantagens de cada sistema. Entre eles: esterqueira, separador de sólidos (peneiras), sistema de lagoas em série desenvolvido pela UFSC/Embrapa, sistema de cama sobreposta e compostagem. O sistema de cama sobreposta seguido do processo de compostagem tem apresentado boa aceitação por parte dos produtores.

No sistema de cama sobreposta ou *Deep Bedding*, material rico em carbono como palha, casca de arroz, maravalha, é colocado dentro das granjas. Desta forma os dejetos se misturam ao substrato, atingindo as proporções C/N ideais (entre 20:1 e 35:1) e iniciando o processo de compostagem *in situ* (OLIVEIRA e NUNES, 2002; PALHARES e GEBLER, 2014).

Dentre os fatores positivos pode-se destacar: a produção de fertilizante de boa qualidade, redução dos maus odores e moscas e principalmente um sistema produtivo que exerce menos pressão sobre o ambiente (NUNES, 2003; OLIVEIRA e NUNES, 2002; PALHARES e GEBLER, 2014).

5.1.2.1.1.4 Manejo das pisciculturas

Os autores Dias *et al.* (1999) e Valenti (2002) recomendam a adoção das seguintes medidas mitigadoras na implantação e operação das atividades de aquicultura, na qual a piscicultura está incluída:

- Escolher locais para a instalação dos tanques escavados, em locais degradados e que não interfiram nos usos da água a montante e a jusante;

- Utilizar os efluentes dos tanques, para outras atividades, como a irrigação de plantações;
- Usar ração de qualidade, evitando sobras que enriqueçam as águas com nutrientes, implicando na necessidade de renovação das águas dos tanques;
- Ao drenar um tanque, direcionar o efluente para um tanque de sedimentação, seguido de filtração mecânica ou remoção dos nutrientes com vegetação aquática;
- Priorizar a produção de espécies nativas e no caso de produção de espécies exóticas, implantar mecanismos que impeçam o escape para o ambiente (uso de telas).

Além das medidas mencionadas, Valenti (2002) aborda o sistema integrado de policultivo, onde duas ou mais espécies são reproduzidas no mesmo tanque. Tal sistema permite a interação entre as espécies poupando recursos, mão-de-obra e maximizando a produção de forma mais sustentável.

Eler e Millani (2007) salientam a necessidade de fiscalização, obrigando o produtor a requerer a outorga do uso d'água e a adoção de medidas, que não interfiram na qualidade da água ou na biodiversidade local.

5.1.2.2 Supressão da mata ciliar

Foi detectado que 53,1% das residências que utilizam das nascentes para abastecer suas residências não possuíam mata ciliar preservada nas nascentes com acesso de animais, apresentando um percentual de 4,4% dos impactos constatados (Tabela 18).

Tabela 18– Resultados dos indicadores para preservação da mata ciliar das nascentes na microbacia Rio do Colégio.

| INDICADORES – UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS | | | | | |
|---|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Preservação da mata ciliar das nascentes | Residências | Percentual das residências | Significância do impacto | Percentual do impacto | Desvio Padrão |
| Ausência de mata ciliar preservada | 26 | 53,1% | 52 | 4,4% | 0,97 |
| Presença de mata ciliar preservada | 23 | 46,9% | 0 | | |

Além disso, foi constatado que existe uma cultura por parte da população local de se desmatar a vegetação ciliar, com o objetivo de permitir o acesso de criações aos cursos hídricos para dessedentação, fato observado também por Dias *et al.* (1999). A Tabela 19, elaborada com base nos mapas gerados pelos programas de geoprocessamento (Apêndices G

ao K) apresenta o percentual de mata ciliar marginal preservada, alterada e degradada em cada região da microbacia Rio do Colégio. Setenta e quatro por cento do total das áreas analisadas se encontram totalmente degradadas ou alteradas (muitas vezes com pastagens – observação em campo) e ao analisar por regiões observa-se que a cobertura vegetal se restringe a menos de 10% nas regiões do Ribeirão das Flores e na parte baixa do Bufão.

Tabela 19– Avaliação da vegetação ripária na área de APP, no curso hídrico principal da microbacia Rio do Colégio

| Regiões | Extensão (Km) | Área de APP - 30m | | |
|------------------------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|
| | | Preservada (%) | Alterada (%) | Degradada (%) |
| Itacolumi | 3,05 | 30,3 | 30,4 | 39,3 |
| Toca Fria e Santo Aleixo | 7,34 | 32,5 | 43,8 | 23,7 |
| Fazenda Recreio | 2,68 | 14,2 | 17,5 | 68,3 |
| Ribeirão das Flores | 2,93 | 8,1 | 49,3 | 42,6 |
| Tapera e Colégio de Cima | 4,65 | 52,3 | 23,7 | 20,2 |
| Bufão | 1,95 | 7,6 | 9,2 | 83,1 |
| Barra do Brasil | 4,18 | 31,4 | 29,9 | 39,4 |
| Aracaju | 2,63 | 14,2 | 27,1 | 58,7 |
| Rio do Colégio (parte alta) | 5,58 | 16,9 | 24,7 | 58,4 |
| Rio do Colégio (parte baixa) | 3,46 | 19,9 | 28,0 | 52,1 |
| TOTAL | 38,50 | 25,5 | 30,3 | 43,8 |

Tal comportamento compromete diretamente a qualidade da água. A erosão por falta da vegetação ripária aumenta a turbidez. O lixiviamento da matéria orgânica depositada ao redor (dejetos animais e humanos) e dos produtos químicos utilizados na agricultura (defensivos e adubo químico), promovem a contaminação físico-química e microbiológica, fazendo com que a depuração da matéria orgânica também seja afetada. Segundo Ragosta *et al.*(2010) a redução em 1 % da cobertura vegetal ciliar implica em um aumento de 4,6 NMP/100ml de bactérias do gênero *Enterococcus* nas amostras de água.

Ana (2011 p.50) cita que “Ecossistemas saudáveis e resistentes ajudam a purificar e regular a água, evitando assim o ingresso da poluição nos cursos de água”.

A recuperação das matas ciliares tem um papel preponderante na melhoria da qualidade da água, reduzindo custos com o tratamento para potabilidade, por isso muitos gestores tem investido nesse quesito (ANA, 2011; MEDEIROS *et al.*, 2011).

Um exemplo do custo-benefício da preservação da vegetação ciliar e proteção dos mananciais são observados na cidade de Nova York com o maior sistema de abastecimento de águas superficiais, sem a necessidade de tratamento. Inicialmente na década de 90, foram propostos projetos para a construção de estação de unidades de tratamento simplificado das

água que escoavam das Montanhas de *Catskills*, com um custo estimado de US\$ 6 bilhões e custo operacional anual de US\$150 milhões. Devido aos valores elevados o Departamento de Meio Ambiente de Nova York adotou outras medidas, como a proteção da bacia nas áreas de captação, regulamentação das atividades poluidoras, principalmente em relação à localização das fossas sépticas, investimentos em práticas agrícolas sustentáveis, entre outros, obtendo como resultado água de alta qualidade e a baixos custos (ANA 2011).

5.1.2.2.1 Medidas mitigadoras

As principais formas de mitigar os impactos relacionados à supressão da vegetação ciliar ou ripária são a recomposição da vegetação nas áreas degradadas e preservação das áreas nativas. A legislação tem um papel preponderante na imposição de obrigatoriedade. A Lei 4.771/1965 não dispunha de mecanismos de proteção ou preservação de nascentes ou olhos d'água, já na Resolução do CONAMA 004/1985 determina a preservação da mata ciliar no raio de 50m nas nascentes perenes e intermitentes. O novo código florestal – Lei 12.727/2012 e MP 571/2012 – manteve a obrigatoriedade de preservação da mesma extensão, no entanto, retirou do texto a preservação de olhos d'água intermitentes, fato criticado por vários autores como Ramos (2012) e Trennepohl (2013) devido à falta de proteção aos afluentes da microbacia e conseqüentemente a possibilidade de explorar tais áreas.

Resolução CONAMA Nº 004/ 1985 Art. 3º São Reservas Ecológicas:
III -nascentes permanentes ou temporárias, incluindo os olhos d'água e veredas, seja qual for sua situação topográfica, com uma faixa mínima de 50 (cinquenta) metros e a partir de sua margem, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia de drenagem contribuinte. (Grifo do autor)

Art. 4º da Lei Lei 12.727/2012 e MP 571/2012 Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:
 VI - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água **perenes**, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros. (Grifo do autor)

Com relação a recuperação das nascentes a legislação vigente prevê a recuperação das nascentes sendo a faixa destinada a ser recuperada compatível ao módulo fiscal da propriedade - Art. 61º da Lei 12.727/2012 e MP 571/2012. Landau (2012) caracteriza Módulo Fiscal (MF) salientando que a variação de área do MF pode ser 5 a 110 hectares conforme o município e lista no apêndice 1 os municípios por região, especificando a área em ha de um MF. Para o município de São Fidélis o MF determinado são 12 ha, logo o proprietário de

terras na microbacia Rio do Colégio estará obrigado a recuperar as nascentes e olhos d'água perenes, conforme a Tabela 20.

Tabela 20- Área de recuperação das nascentes e olhos d'água conforme Lei 12.727/2012 e MP 571/2012, para o município de São Fidélis.

| Módulo Fiscal | Área em ha para o município de São Fidélis | Raio de recomposição das nascentes e olhos d'água perenes em metros |
|---------------|--|---|
| Até 1 | Até 12 | 5m |
| Entre 1 e 2 | Entre 12 e 24 | 8m |
| Acima de 2 | Acima de 24 | 15m |

Fonte: Elaborado pelo autor embasado em Brasil (2012) e Landau (2012)

Com relação à preservação da vegetação marginal aos cursos hídricos a Lei 12.727/2012 e MP 571/2012 manteve os limites determinados Lei nº 7.803/89

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (BRASIL, 2012).

No entanto, no parágrafo I (BRASIL, 2012) altera a forma de se mensurar a largura do corpo hídrico, onde cita “as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, **desde a borda da calha do leito regular**” substituindo a redação da legislação anterior (BRASIL, 1989) “**desde o seu nível mais alto** em faixa marginal” (Grifo do autor). Novamente o novo código florestal é criticado pelos autores Ramos (2012) e Trennepohl (2013), já que as áreas de várzeas, ou seja, as áreas de inundação ocuparão áreas de APP, reduzindo-as indiretamente.

Com relação à obrigatoriedade de recuperação da mata ciliar marginal dos cursos hídricos a Lei 12.727/2012 e MP 571/2012 no Art. 61A determina a extensão marginal a ser recuperada em detrimento dos MF em que se enquadra a propriedade, resumido na Tabela 21.

Tabela 21- Faixa marginal dos cursos hídricos a ser recuperada de acordo com a Lei 12.727/2012 e MP 571/2012, para o município de São Fidélis.

| Módulos Fiscais | Largura do corpo hídrico | Extensão marginal a ser recuperada (m) |
|-----------------|---|--|
| Até 1 | Independente | 5 |
| Entre 1 e 2 | Independente | 8 |
| Entre 2 e 4 | Independente | 15 |
| Acima de 4 | De acordo com o PRA (Programa de Regularização Ambiental) | De 20 a 100 |

Fonte: Elaborado pelo autor embasado em Brasil (2012).

Portanto não resta dúvidas de que está imputado ao proprietário a obrigatoriedade de preservação e recuperação das matas ciliares, algumas medidas simples e de baixo custo podem auxiliar os produtores nesse sentido:

- Restringir o acesso de animais aos cursos hídricos com cercas e instalação de caixas de dessedentação e abandonar atividades agrícolas desenvolvidas nas proximidades (conforme previsto na legislação), incluindo pastagens, permitindo a regeneração natural da vegetação ripária ou desenvolvimento das espécies implantadas para a recuperação das matas ciliares (CAPOANE e RHEINHEIMER, 2013; PINTO *et al.*, 2005)
- Adotar o sistema de iLPF, proposto pelos autores Balbino *et al.*(2011), Amaral *et al.* (2012); Balbino *et al.* (2011), Balbino *et al.* (2012), Kluthcouski *et al.*(2004), reduzindo as áreas de produção pecuária, mantendo a mesma produtividade ou superior, não havendo perdas econômicas, mantendo a qualidade do solo e reduzindo erosões.

Segundo Dickson e Schaeffer (1997) ao se implantar um sistema de recuperação de mata ciliar, a saúde da microbacia melhoraria consideravelmente beneficiando tanto os proprietários de terras quanto a sociedade, além disso, o autor afirma já existir informações suficientes para se projetar e recuperar áreas ribeirinhas degradadas, gerindo os recursos ambientais de forma a proteger os recursos hídricos.

5.1.2.3 Agricultura comercial

Com relação a atividades agrícolas na microbacia Rio do Colégio, apenas uma propriedade foi registrada na região do Rio do Colégio, com o plantio em piquetes de forrageiras. O proprietário relatou utilizar adubos químicos e orgânicos e não utilizar defensivos. Como a cultura estava distante em mais de 80 metros do curso hídrico, a significância dos impactos para as atividades agrícolas foi irrelevante.

5.1.3 Indicadores - saúde familiar

A entrevista com os moradores da microbacia, com o Questionário II (Apêndice B), revelou percentuais significativos, com relação às DRSAI. Foram relatados 26 casos de diarreia, representando 18,4% da população entrevistada e a confirmação com diagnóstico médico (relato do entrevistado) de 15 casos de verminoses. Com relação a outras morbidades advindas de DRSAI, foram relatados casos de giardíase, uma protozoonose e as viroses dengue e hepatite A (Tabela 22).

Tabela 22- Resultados dos indicadores para saúde familiar na microbacia Rio do Colégio.

| INDICADORES – SAÚDE | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
| DRSAI | Número de pessoas | Percentual das morbidades | Significância do impacto | Percentual do impacto | Desvio Padrão |
| Frequência de diarreias (Pd) | | | | | |
| Diarreia\ Cólica intestinal - Frequente (F) ou Pouco Frequente (PF) | 11 | 7,8% | 33 | 2,8% | ±1,4 |
| Diarreia\ Cólica intestinal - Raro (R) | 15 | 10,6% | 15 | 1,3% | ±0,7 |
| Não apresentou | 115 | 81,6% | 0 | | |
| Verminose (Pv) | | | | | |
| Foi diagnosticado nos últimos 6 meses | 15 | 10,6% | 45 | 3,8% | ±3,0 |
| Não usa vermífugos (há mais de 1 ano) e não realiza exames periódicos | 39 | 27,7% | 78 | 6,6% | ±2,2 |
| Usa vermífugos sem prescrição médica - periodicamente | 57 | 40,4% | 53 | 4,5% | ±1,4 |
| Realiza exames periódicos e\ou usa vermífugos com prescrição médica | 30 | 21,3% | 0 | | |
| Outras DRSAI (Pod) | 15 | 10,6% | 45 | 3,8% | ±1,8 |

A Tabela 23 apresenta a distribuição das morbidades relatadas por região da microbacia Rio do Colégio. As regiões mais afetadas com morbidades da DRSAI - Toca Fria, Santo Aleixo e Rio do Colégio – são também, as que apresentaram maior densidade demográfica e significância dos impactos relacionados ao saneamento.

Tabela 23- Distribuição por área na microbacia Rio do Colégio das morbidades relatadas – Diarreias (frequência), verminoses e outras doenças relacionadas ao saneamento inadequado (DRSAI).

| Localidade | População | Diarreias | | Verminoses | Protozoonoses | Dengue | Hepatite A |
|--------------------------|-----------|-----------|---|------------|---------------|--------|------------|
| | | F /PF | R | | | | |
| Toca Fria e Santo Aleixo | 40 | 3 | 7 | 11 | | 1 | |
| Fazenda Recreio | 2 | | | | | | |
| Ribeirão das Flores | 1 | | | | | | |
| Itacolumi | 5 | 3 | | 2 | | | |
| Tapera | 7 | 1 | | | | | |
| Bufão | 7 | | 1 | | | 2 | 1 |
| Colégio de Cima | 11 | | | | | | |
| Barra do Brasil | 12 | 1 | | 2 | 2 | 1 | |
| Aracaju | 20 | | 2 | | | 2 | |
| Rio do Colégio | 36 | 3 | 5 | | | 6 | |

Segundo Heller (1997), as morbidades advindas das doenças diarreicas têm sido amplamente utilizadas nos estudos de impactos sociais ligados ao saneamento, algumas vantagens são listadas pelo autor:

- 1) sua importância sobre a saúde pública;
- 2) a validade e a confiabilidade dos instrumentos empregados na sua determinação;
- 3) a sua capacidade de resposta a alterações nas condições de saneamento e
- 4) o custo e a exequibilidade demonstrados na sua determinação .

A taxa média de internações por doenças infecciosas intestinais para o Estado do Rio de Janeiro é de 57 para 100.000, portanto, o índice de diarreias de 18,4% da população encontrado na microbacia Rio do Colégio é bastante alto (comparativamente 18.400 para 100.000). No entanto, nem todos os casos evoluem para internações, mas concordam com os dados obtidos para a região Norte Fluminense, onde São Fidélis se destaca negativamente pelos índices de internações por infecções intestinais. A realidade constatada na zona rural está diretamente relacionada às condições insatisfatórias de saneamento, ausência de tratamento das águas consumidas, esgotamento sanitário a céu aberto e criações de gado com

acesso aos cursos hídricos. Segundo Prüss-Üstün (2008), 88% dos casos de diarreia do mundo estão relacionados à qualidade da água, resultando em cerca de 1,5 milhão de mortes por ano, sendo a categoria mais afligida são as crianças abaixo de 5 anos de idade.

Segundo a Secretaria de Estado da Saúde do Rio de Janeiro (2014) nos anos 2013 e 2014 a taxa de mortalidade específica (TME) para doenças infecciosas intestinais foi de 2,7 por 100.000 habitantes para São Fidélis, isto significa que houve o registro de um óbito em cada ano no município para o referido fator, no entanto, no mesmo período a taxa de internações por infecções intestinais (apresentadas por 100.000 habitantes) foram relativamente altas quando comparadas com os outros municípios do Norte Fluminense. A Figura 13 apresenta a taxa de internações por infecções intestinais de 654,9, para o município de São Fidélis, isso significa que cerca de 240 pessoas em cada ano foram internadas com infecção intestinal. Em comparação o município de São Francisco de Itabapoana com aproximadamente a mesma população, apenas seis pessoas foram internadas pelas mesmas causas.

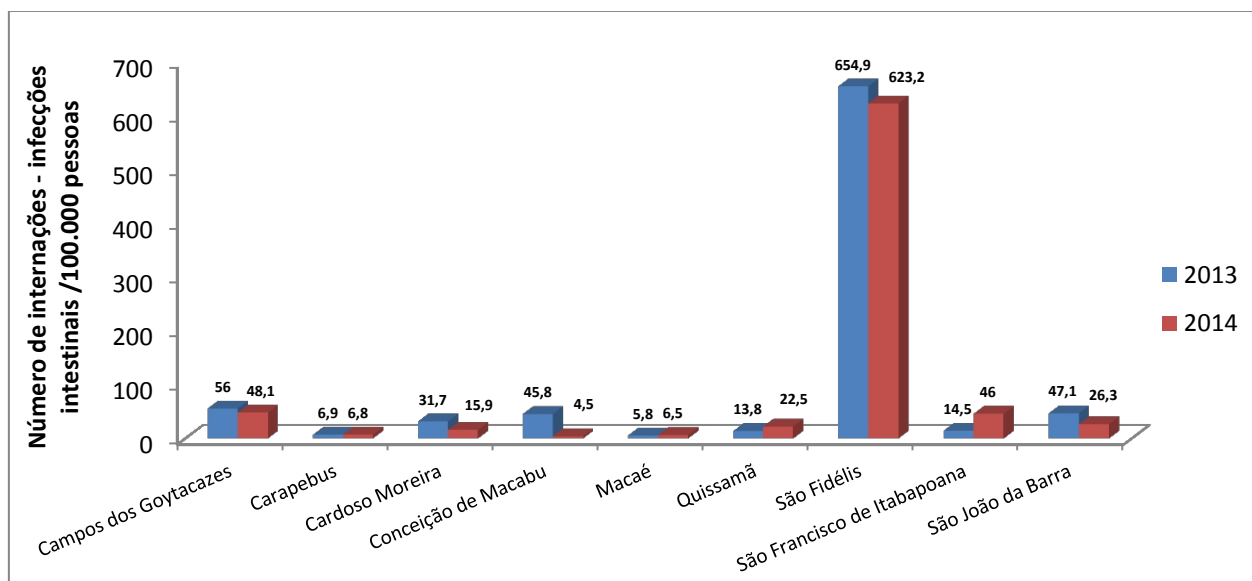


Figura 13– Taxa de internações por infecções intestinais no período 2013-2014 para a região Norte Fluminense.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Secretaria de Estado da Saúde do Rio de Janeiro (2014)

As principais verminoses relatadas foram a Solitária ou Teníase, cujo agente etiológico é a *Taenia sp* e a Lombriga ou Ascaridíase causada pelo helminto *Ascaris lumbricoides*. A prevalência do mundial da ascaridíase é cerca de 30%, sendo responsável por 20 mil óbitos por ano, na América Latina, África e Ásia. No Brasil a sua prevalência é muito variada chegando a mais de 80% em regiões onde as condições sanitárias são precárias, já a teníase

tem uma prevalência de 0,1 a 10% na América do Sul (REY, 2014). Diante desses dados o índice de verminoses encontrado 10,6%, é relativamente modesto quando analisamos as condições de saneamento e os índices de diarreias.

Uma pessoa parasitada por *Taenia saginata*, adquirida pela ingestão de carne de boi mal cozida elimina cerca de 700.000 ovos por dia, se parasitada por *Taenia solium*, eliminará cerca de 200.000 ovos por dia, esses ovos são resistentes perdurando por mais de quatro meses no ambiente e resistem a quase todo tratamento da água (REY, 2014). Os ovos da *Taenia saginata*, ao encontrarem os cursos hídricos poderão infectar o gado que utilize essas águas, reduzindo o valor econômico da carne e contribuindo para a disseminação dessa verminose. No caso da *Taenia solium* os problemas são ainda mais graves. Se uma pessoa ingerir os ovos seja pela água ou por hortaliças ingeridas cruas, irrigadas com água contaminada, esta tomará o lugar do hospedeiro intermediário (o suíno), produzindo cistos com os vermes em várias partes do corpo, sendo o quadro clínico extremamente grave quando os vermes se instalam no cérebro, essa doença é denominada cisticercose (REY, 2014). Com a Ascariíase não é diferente os ovos são extremamente resistentes podendo permanecer viáveis no ambiente por vários meses a um ano. Ao ingerir água com os ovos ou alimentos ingeridos crus, mal lavados e não desinfetados, irrigados com água contaminada, o homem sendo o único hospedeiro, completa o ciclo da verminose. A quantidade de vermes é o principal risco a vida, podendo obstruir os intestinos (REY, 2014), necessitando de cirurgia urgente e caso não aconteça evolui para óbito.

Outro indicador utilizado na pesquisa de campo foi com relação à utilização de vermífugos, evitando a dispersão de verminoses para o ambiente. Conforme observado na Tabela 22, 27,7% não utilizam vermífugos e 40,4% utilizam vermífugos sem prescrição médica, correspondendo mediante a matriz a 11,1% dos impactos. O esgotamento sanitário a céu aberto ou nos cursos hídricos da região da Toca Fria e Santo Aleixo, associado aos altos índices de diarreias e verminoses relatadas, além da desinformação evidenciada nos 40% da população que não utilizam vermífugos, aumenta o risco de surtos de verminoses e contaminação ambiental. Na Figura 13, observa-se que a cultura, de não se precaver com relação às verminoses, não se restringe a Toca Fria e Santo Aleixo. Ao longo de toda a microbacia os percentuais correspondentes ao número de pessoas que não utilizam vermífugos e não realizam exames de rotina são altos (Figura 14).

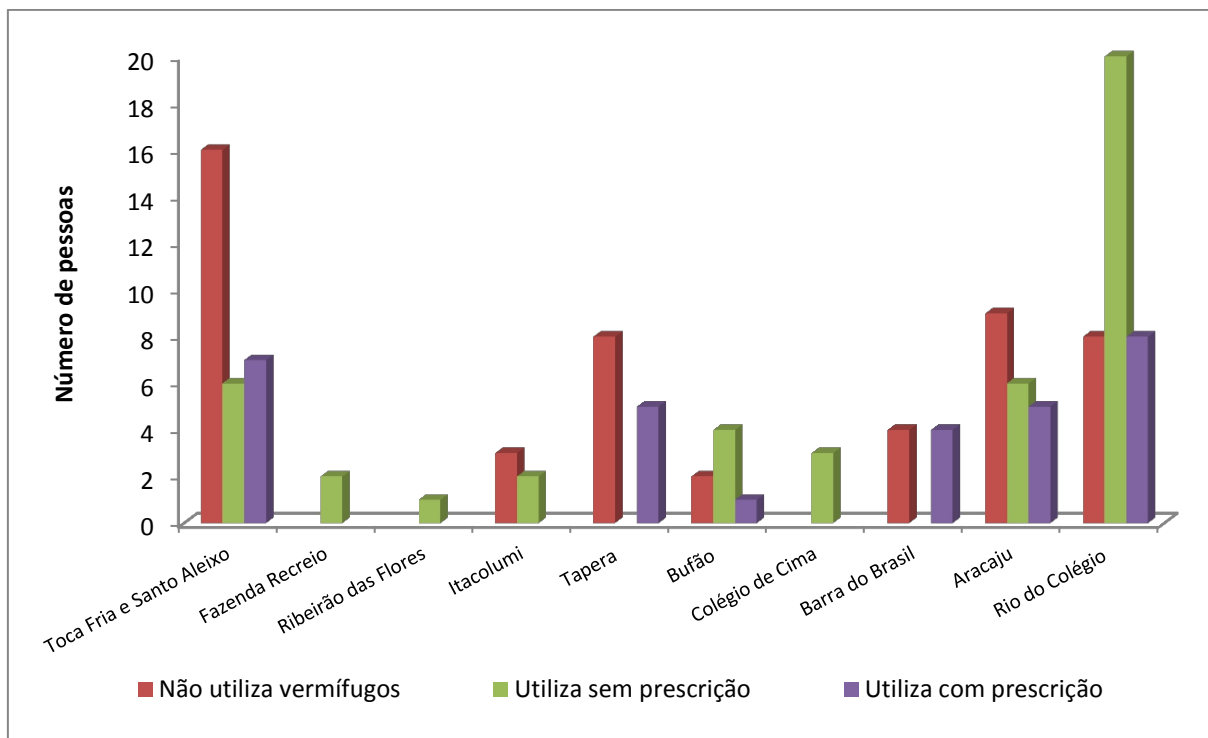


Figura 14– Resultado da pesquisa de campo para a utilização de vermífugos, distribuição por região da microbacia Rio do Colégio.

A Hepatite A, relatada por apenas uma pessoa, pode ser adquirida pela água ou alimentos infectados. Além disso, o vírus é bastante resistente ao tratamento com cloração, podendo permanecer no meio por vários dias (TORTORA, 2012). No caso do lançamento das fezes contaminadas diretamente nos cursos hídricos o risco de surto de contaminação é relativamente alto.

Apenas duas pessoas relataram terem sido diagnosticadas com giardíase, uma protozoonose, que pode ser adquirida por falta de higiene com alimentos ou com animais domésticos, no entanto, o meio mais importante para a transmissão é através de águas contaminadas (REY, 2014).

Com relação a doenças transmitidas por vetores à única relatada foi a dengue. Doze pessoas disseram ter apresentado a enfermidade no último ano, no entanto, essas pessoas alegaram que adquiriram a enfermidade na área urbana de São Fidélis. A comparação dos índices da dengue para São Fidélis, com os dados disponibilizados pela Secretaria de Estado do Rio de Janeiro para os índices da dengue no Norte Fluminense nos anos 2013 e 2014, - Figura 15 (100 casos registrados em 2013 e 16 em 2014), tornam as alegações cabíveis. Sendo assim é difícil a comprovação dos casos registrados para a localidade. Tal aspecto positivo se deve, principalmente, pelo manuseio dos resíduos sólidos (conforme comentado

no item 5.1.1.3), não permitindo a existência de criadouros para mosquitos como o *Aedes aegypti*.

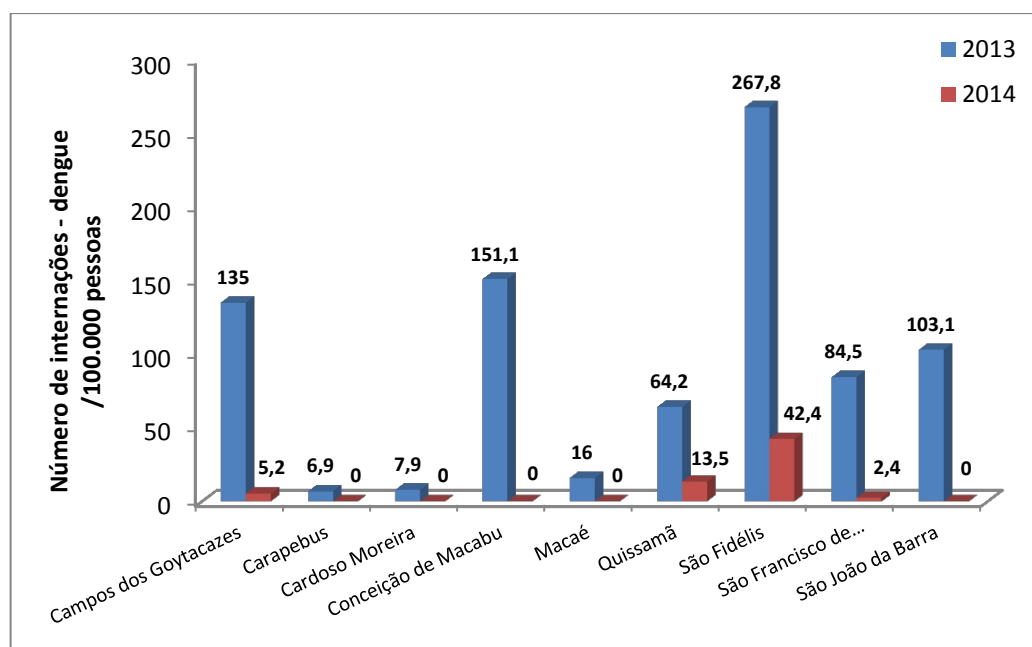


Figura 15– Taxa de internações por dengue no Norte Fluminense no período 2013-2014 (por 100.000 habitantes).

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Secretaria de Estado da Saúde do Rio de Janeiro (2014)

5.1.3.1 Medidas mitigadoras

A saúde ambiental está intimamente ligada à saúde da população e a um estilo de vida sustentável. Apesar dessa premissa, muitas vezes a saúde ambiental tem sido negligenciada, devido à ausência de comunicação entre vários setores (CAIRNCROSS *et al.*, 2003).

Ao implantar as medidas mitigatórias relacionadas ao saneamento da microbacia Rio do Colégio (conforme já abordado nos itens anteriores), resultará em benefícios diretos na saúde da população local. Segundo Heller (1997) a intervenção nas áreas do saneamento, refletem de forma positiva na saúde da população.

O manejo adequado na agropecuária e a preservação das matas ciliares dos cursos hídricos foram discutidos nos itens anteriores. A adoção de tais medidas preservam os recursos naturais, melhorando a produtividade agropecuária, reduz as morbidades e os gastos hospitalares e com medicamentos (em síntese reduz o DALY). Desta forma, proporcionando aumento de renda, do IDH e redução dos gastos públicos com a saúde.

No entanto, existe a necessidade de políticas públicas para a implantação de projetos mitigadores, fiscalização, estudos epidemiológicos, divulgação de informações, entre outras ações, que visem a preservação ambiental para a promoção da saúde (Heller, 1997; CAIRNCROSS *et al.*, 2003; BRASIL, 2002; BRASIL, 2009).

A Funasa (2002) define Vigilância Ambiental em Saúde como um conjunto de ações que possibilita a identificação de alterações nos fatores ambientais, que interfiram na saúde humana. Que possibilite também a aquisição de conhecimentos que auxiliem de forma preventiva no controle de doenças e agravos a saúde relacionada a fatores ambientais.

Segundo Barcellos e Quitério (2006), a incorporação da vigilância ambiental nas políticas públicas de saúde é relativamente nova no Brasil. Essa apresenta problemas com relação a sua estruturação, já que necessita da integração multidisciplinar, abrangendo várias secretarias do Estado.

A legislação da década de 90, já atribuía ao Sistema Único de Saúde (SUS) a responsabilidade sobre a saúde ambiental na Lei n.º 8.080\90, em detrimento aos agravos a saúde com etiologias ambientais, conforme verificado nos artigos 3º, 15º e 16º dentre outros:

A saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, **o meio ambiente**, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais; os níveis de saúde da população expressam a organização social e econômica do país (BRASIL, 1990 Art. 3º) (Grifo do autor).

São atribuições da União, estados, DF e municípios:

VII - participação de formulação da política e da execução das ações de saneamento básico e **colaboração na proteção e recuperação do meio ambiente**; (BRASIL, 1990 Art. 15º inciso VII) (Grifo do autor).

À direção nacional do Sistema Único de Saúde - SUS compete:

II - participar na formulação e na implementação das políticas:

a) **de controle das agressões ao meio ambiente**;

IV - participar da definição de normas e mecanismos de controle, com órgãos afins, **de agravo sobre o meio ambiente ou dele decorrentes, que tenham repercussão na saúde humana**; (BRASIL, 1990 Art. 16º, incisos II, IV) (Grifo do autor).

No ano 2000 a Funasa assume a gestão do Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica e Ambiental em Saúde, mediante a aprovação do Decreto 3.450/2000.

As competências da Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde (CGVAM) foram estabelecidas na Portaria FUNASA nº 410, de 10 de agosto de 2000.

Em 2003 a área de Saúde Ambiental, foi integrada ao Ministério da Saúde, passando a atuar com as secretarias de vigilância sanitária e epidemiológica, no âmbito da Secretaria de

Vigilância em Saúde (SVS). Em 2005 foram estabelecidas as áreas de atuação do Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SINVSA) pela IN SVS nº 01/2005, assim com as atribuições da União, Estados e Municípios (BRASIL, 2009).

Barcellos e Quitério (2006) salientam que muitas mudanças nas estruturas governamentais vêm ocorrendo. Essas mudanças tem deteriorado a estrutura operacional, acarretando em ações desenvolvidas com pouca eficiência e de forma setorizada, gerando pouca ou nenhuma integração com outros departamentos. Fato observado no trabalho de Medeiros e Pereira (2012) sobre o manejo dos recursos hídricos na Lagoa Rodrigo de Freitas-RJ.

Portanto, uma estratégia para mitigar os impactos caracterizados seria a articulação entre as secretarias, propondo soluções em conjunto (PEREIRA e MEDEIROS, 2009). Segundo Medeiros e Pereira (2012) cabe aos municípios o papel, estabelecer medidas para a proteção dos recursos naturais, principalmente os recursos hídricos através de regulamentação do uso e ocupação do solo.

Por outro lado, a população tem um papel preponderante em cobrar dos órgãos públicos a implantação de serviços básicos essenciais. Buscar informações sobre quaisquer atividades que pretendam desenvolver e alertar os órgãos públicos sobre surtos de enfermidades ou atividades predatórias observadas.

5.2 ANÁLISE DA ÁGUA

As precipitações totais acumuladas de 01/08/2014 até 12/11/2014, foram de 47,8mm, sendo 5,8mm referente ao mês de novembro. A primeira coleta, realizada em 12/11/2014 corresponde ao período de estiagem. Em janeiro e fevereiro de 2015 as precipitações foram baixas e logo que ocorreu um período chuvoso no início de março foi realizada a segunda coleta. As precipitações totais acumuladas para o mês de março, até 16/03/2015 foram de 88,5mm.

Os dados foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para a estação meteorológica de Campos dos Goytacazes (OMM: 83698), visto não haver estações meteorológicas em São Fidélis.

5.2.1 Análise físico- química da água

5.2.1.1- pH

O pH encontrado em todas as amostras variou entre 6,7 e 8,2, conforme observado na Figura 16, apresentando valores de pH entre 6 e 9 estabelecidos pela legislação para potabilidade da água (PORTARIA do MS 518/2004; RESOLUÇÃO 357/2005 e a PORTARIA 2914/2011), não sendo este fator restritivo a sua utilização em nenhum dos pontos amostrados.

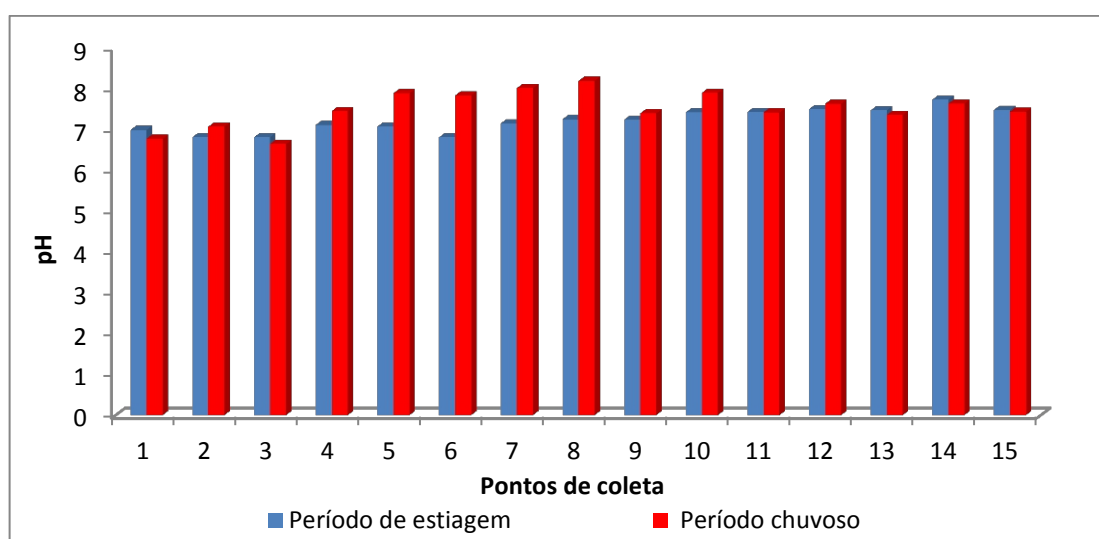


Figura 16 – Resultado do pH nos 15 pontos amostrados na microbacia Rio do Colégio.

5.2.1.2 Turbidez

Tanto a Portaria 518/2004 quanto a Portaria nº 2914/ 2011 do Ministério da Saúde estabelecem um limite tolerável de 5 NTU de turbidez para água potável, devendo ser inferior a 1 NTU após tratamento, desta forma os pontos 13 e 14 ultrapassaram os VMP (Valor Máximo Permitido) na primeira coleta e no ponto 15 na segunda coleta (Figura 17), esses pontos se localizam na parte baixa do Rio do Colégio exatamente na região onde alguns moradores estão fazendo uso dessa água para abastecer suas casas, devido a modificações nas vazões das nascentes que abasteciam essa localidade.

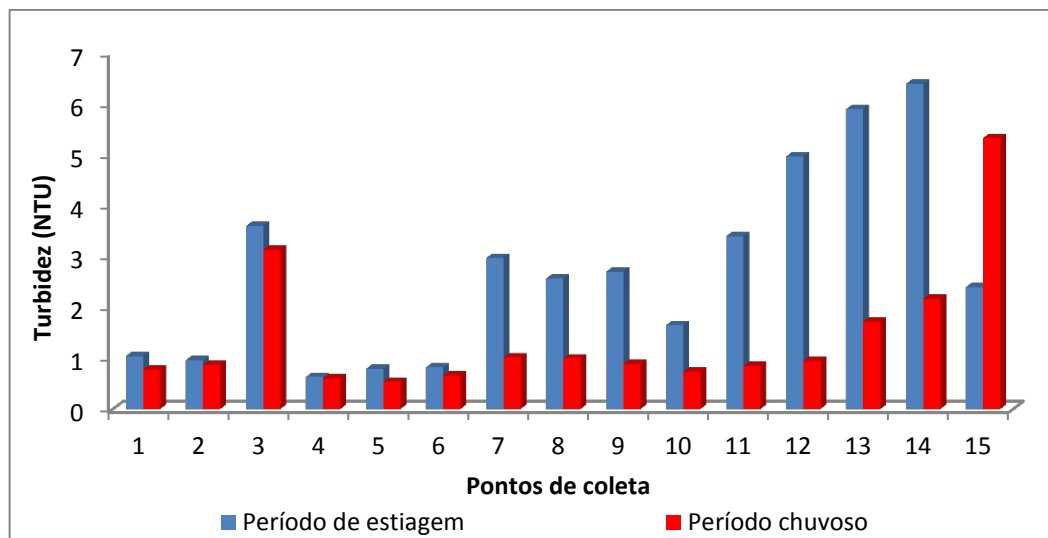


Figura 17 - Resultado da turbidez nos 15 pontos amostrados na microbacia Rio do Colégio.

O valor da turbidez deve ser baixo, possibilitando uma desinfecção mais eficiente e impedindo que micro-organismos patogênicos fiquem aderidos às partículas, passando ilesos pelos sistemas de tratamento (HELLER & DE PÁDUA 2006). Em vista disso, a Portaria 518/2004 no § 2º do Art. 12 enfatiza:

Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp.*, recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 NTU em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 NTU.

Segundo Bastos *et al.* (2006), a eliminação de vírus e bactérias através de desinfecção é bastante eficiente. No entanto, para a remoção de protozoários e helmintos o melhor modo ocorre por filtração e completam que a remoção de turbidez por meio da filtração indica a remoção de partículas em suspensão, incluindo oocistos de protozoários.

Em comunidades rurais onde os investimentos em saneamento são baixos ou ausentes, o objetivo deve ser conseguir mecanismos que forneçam água com no mínimo 5 NTU e se possível alcançar valores abaixo de 1 NTU (WHO, 2011).

5.1.2.3 Sólidos totais dissolvidos (SDT)

As amostras de água revelaram valores bem abaixo do valor máximo permitido (VMP) para SDT que os estabelecidos pelas Portarias 518/2004 e 2914/ 2011 do Ministério da Saúde para potabilidade, VMP de 1000 mg/l. O valor mais alto encontrado foi no ponto 15 na

primeira coleta, que apresentou 53,8 mg/l para SDT , conforme Figura 18. Segundo a OMS valores acima de 1200 mg/l tornam a água indesejável ao consumo devido o excesso de sais.

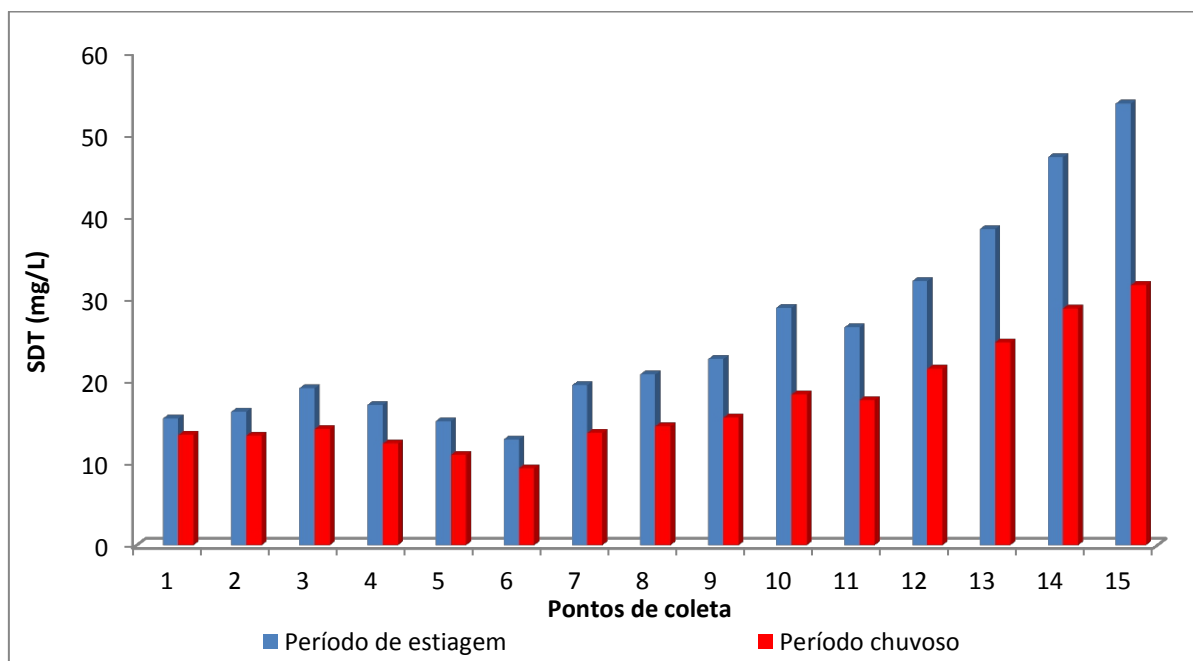


Figura 18- Resultado para SDT nos 15 pontos amostrados na microbacia Rio do Colégio.

Em todas as os pontos amostrados, as águas se mostraram transparentes e desejáveis, motivo de apreciação dos moradores pelo recurso. Carr e Neary (2008) concordam que águas com alto grau de transparência geralmente indica um recurso de boa qualidade.

Como já mencionado anteriormente SDT incluem minerais e matéria orgânica, capaz de atravessar uma membrana de 1,2 μ m, logo observando o fator SDT, notamos o baixo risco de salinização do solo ao utilizar esse recurso para irrigação.

5.1.2.4 Condutividade elétrica (μ s/cm)

A condutividade elétrica (CE) permite quantificar de modo rápido a quantidade de sais dissolvidos na água. Desta forma, a CE está relacionada aos SDT com exceção da matéria orgânica que não apresenta boa condutividade (CARR e NEARY, 2008), na Figura 19 nota-se essa correlação entre os sólidos totais e a condutividade elétrica.

A CE varia de acordo com a formação geológica, por exemplo, cursos hídricos situados sobre o leito rochoso de granito possuem baixa CE, já que os minerais desse tipo rochoso, não se ionizam facilmente na água, diferente dos solos argilosos, que acabam possuindo alta CE

(DOHNER *et al.*, 1997), os autores esclarecem que o lançamento de dejetos humanos ou animais aumentaria a CE pela liberação de cloretos, fosfatos e nitratos.

A legislação não determina um padrão para a CE e sim para SDT e turbidez, no entanto, cabe lembrar que ao obter um padrão da CE após varias análises, esse poderá se tornar um importante indicador de contaminação antrópica, já que os corpos hídricos tendem a manter um parâmetro de sais dissolvidos, alterações nesse padrão indicaria contaminação pontual com lançamento de efluentes, ou difusa como utilização de fertilizantes e defensivos (DOHNER *et al.*, 1997).

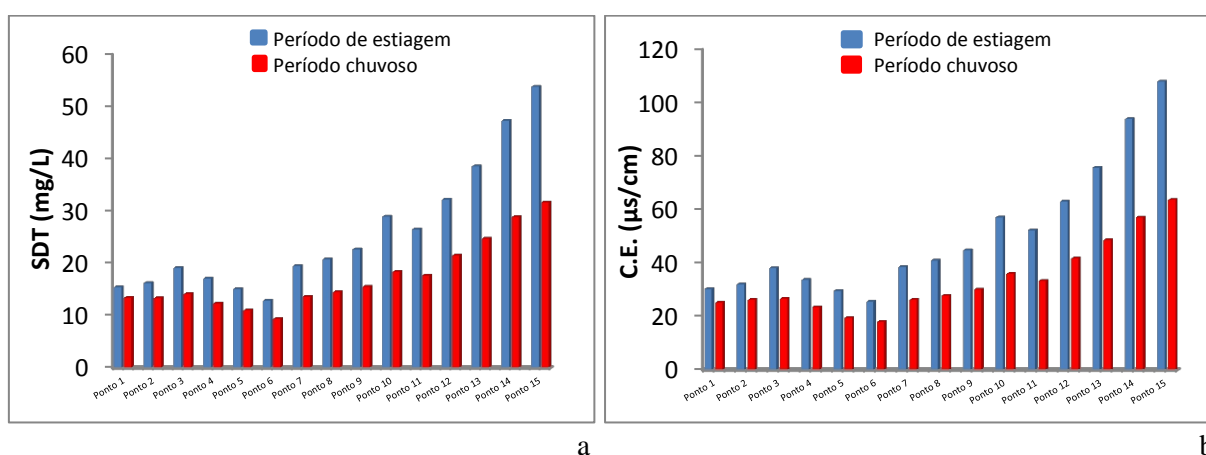


Figura 19– Correlação entre os resultados para Sólidos totais dissolvidos e Condutividade elétrica. a)STD; b)CE.

5.1.2.5 OD – Oxigênio dissolvido

A Figura 20 apresenta a temperatura e o OD obtido nas amostras, comparado com os valores máximos de OD em relação à mesma temperatura na água destilada, proposto Jordão e Pessoa (2009). Jordão e Pessoa (2009) compararam a concentração máxima de oxigênio dissolvido (OD) na água destilada em relação à temperatura, à diminuição desses valores implicaria na redução da qualidade da água devido à presença de matéria orgânica levando ao aumento da DBO ou alterações na salinidade.

Devido aos baixos índices de sais, já observados no item SDT e por se tratar de um ambiente lótico as taxas de OD se aproximaram dos valores máximos compreendidos na primeira coleta. A redução do oxigênio dissolvido na segunda coleta, possivelmente está relacionado à presença de matéria orgânica, já que a coleta foi realizada após o período de chuvas. É possível que o lixiviamento da matéria orgânica dos pastos e das casas com defecação peridomiciliar, tenham elevado os níveis de nutrientes para organismos aeróbios

que aumentam a DBO, fato observado nos trabalhos de Bertol *et al.* (2007) e Vanzela *et al.* (2010). No entanto, são necessários mais estudos para ratificação.

Altas taxas de oxigênio dissolvido estão associadas à boa qualidade dos recursos hídricos, característica observada em todos os pontos amostrados (CARR e NEARY, 2008).

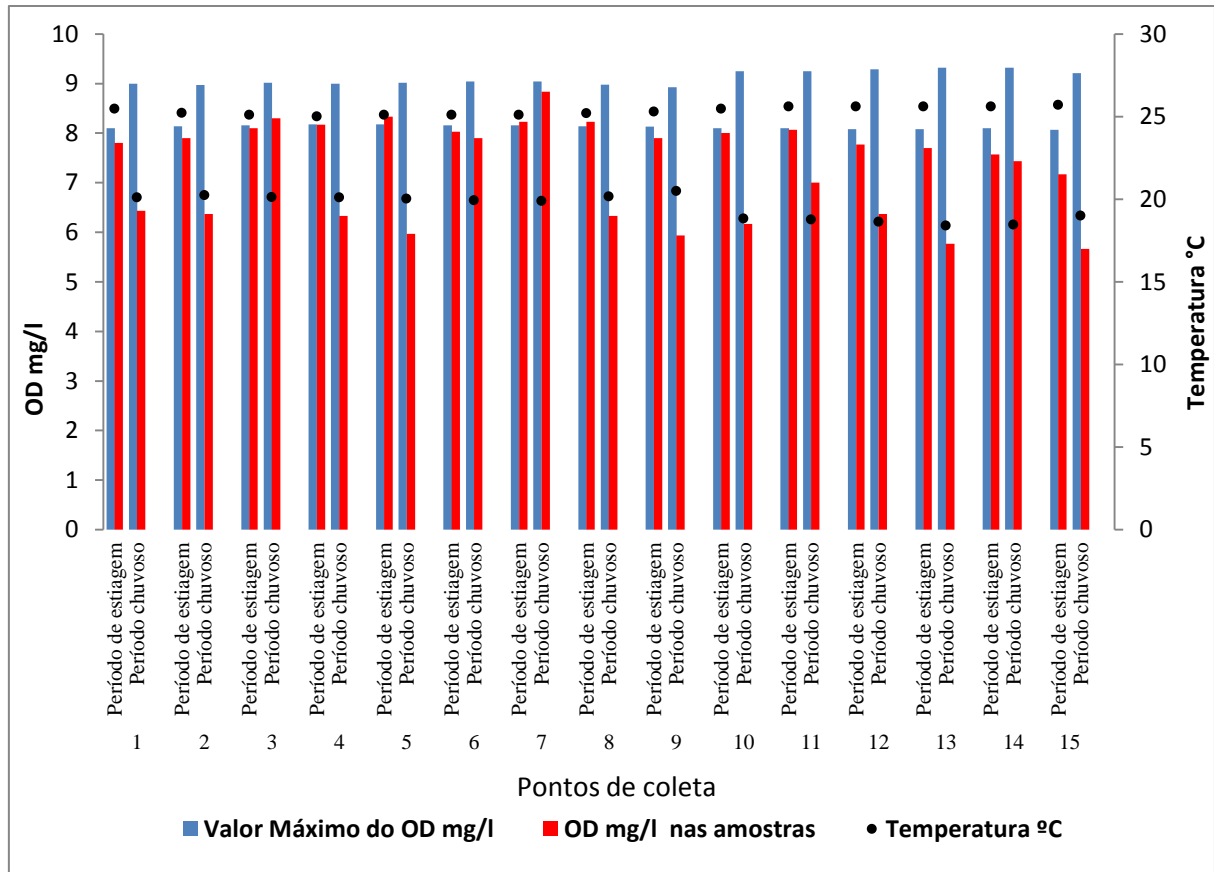


Figura 20– Teor de OD encontrado nas amostras, comparado com a concentração máxima de OD em água destilada em relação à Temperatura (°C), proposto por Jordão e Pêssoa (2009).

5.1.2.6 Cloro Total (mg/L)

Foi possível constatar contaminação antrópica em 9 pontos na primeira amostragem e em todos os pontos na segunda amostragem, correspondente ao período chuvoso, conforme Figura 21. Além disso, 7 pontos apresentaram níveis de cloro total, acima do padrão estabelecido pela Portaria 518/04 em pelo menos uma das amostragens, tornando as águas impróprias para consumo ao analisar esse parâmetro.

O cloro total indica o lançamento de efluente que contenha cloro residual proveniente do tratamento de água ou na utilização com desinfetante nas residências ou nos empreendimentos, sendo, portanto um indicador de contaminação antropogênica (WHO,

2011). Segundo Meyer (1994) riscos a saúde, como cânceres de tireoide, fígado e rins (comprovados em roedores em laboratório, mais ainda não conclusivos para seres humanos) ocorrem a partir da combinação do cloro com matéria orgânica nitrogenada em decomposição, formando compostos denominados trihalometanos (THM) (PAHO, 1987). De forma preventiva a Portaria 518/04 determina como padrão de potabilidade a concentração de 0,01mg/l de cloro residual total que incorpora os compostos pertencentes aos THM.

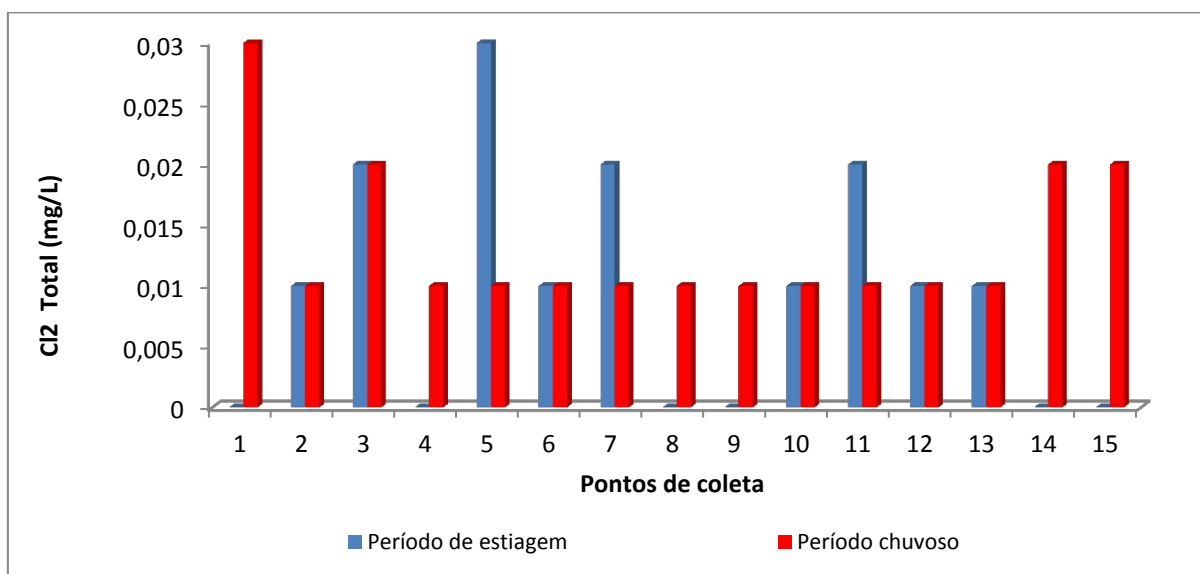


Figura 21 – Concentração do Cloro Total (mg/L) nos 15 pontos coletados da microbacia Rio do colégio.

Cabe lembrar que, para o consumo seguro da água, a Portaria 518/04 determina a concentração mínima de 0,5mg/l e não ultrapasse 5 mg/l de cloro residual livre, após tratamento.

5.2.2 Análise Microbiológica

A análise microbiológica apresentou coliformes termotolerantes em todas as amostras indicando a contaminação fecal de origem humana e/ou animal (Figura 22). Na coleta realizada no período de estiagem a concentração de coliformes se mostrou significativamente mais baixa que a realizada no período chuvoso, com exceção do ponto 1. Tais diferenças estão relacionadas à sazonalidade, onde em períodos de alta pluviosidade ocorre o arraste da matéria orgânica fecal depositada nas proximidades dos cursos hídricos, elevando a concentração dos coliformes fecais. Amaral (2003) concluiu que existe uma relação direta

entre a presença dos coliformes fecais com os períodos chuvosos, exatamente devido o arraste de matéria fecal.

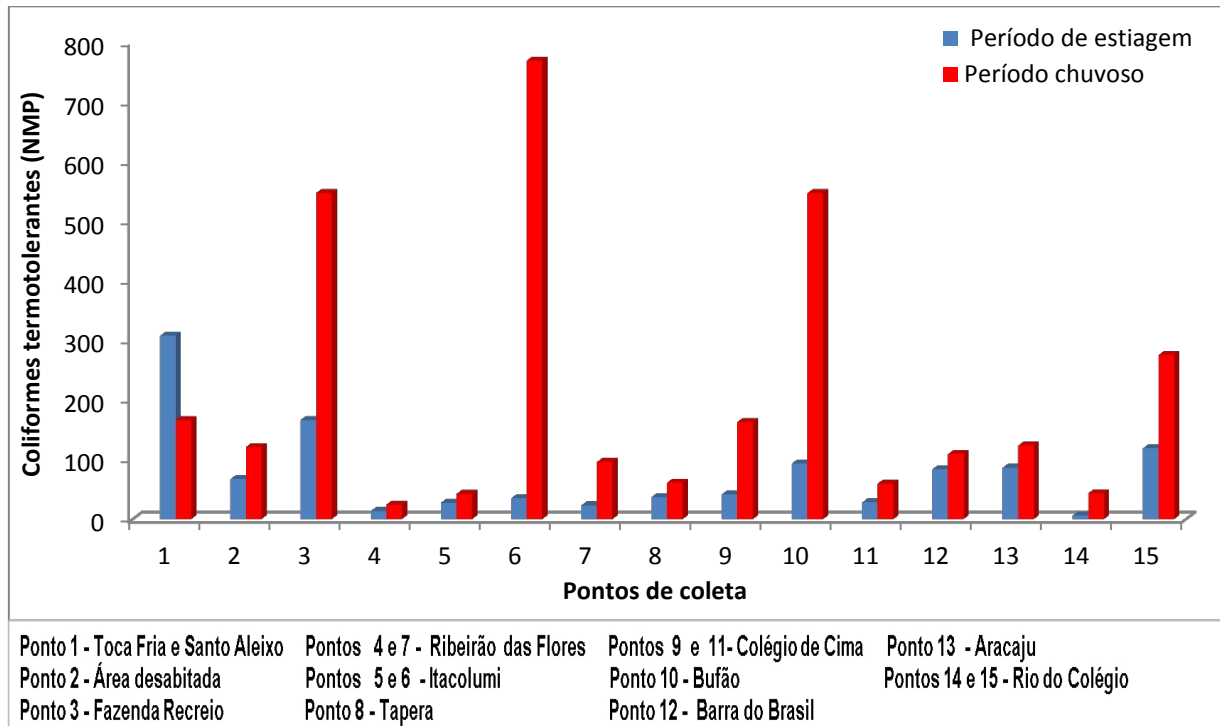


Figura 22- Resultado microbiológico para coliformes termotolerantes (NMP) nos 15 pontos amostrados da microbacia Rio do Colégio.

O resultado microbiológico, concorda com a pesquisa de campo onde foi encontrado um número elevado de residências com esgotamento a céu aberto (peridomiciliar ou diretamente nos cursos hídricos), ausência de cobertura vegetal e a criação extensiva de gado nas proximidades dos corpos hídricos, não deixam dúvidas sobre a origem dos coliformes fecais detectados.

A resolução do Conama nº357/2005 classifica as águas de acordo com seus usos, estabelecendo limites máximos para aproximadamente 100 parâmetros para as cinco classes estipuladas (BRAGA *et al.*, 2005). O parâmetro microbiológico para coliformes fecais da região, indica que houve modificação na classificação da primeira amostragem (na estiagem) em relação a segunda (período chuvoso). Nos pontos 3,6,10 e 15 os valores deixaram de enquadrar na classe 1 (até 200 coliformes termotolerantes), passando para classe 2 (até 1000 coliformes termotolerantes). Esta mudança de classe tornam essas águas inviáveis para consumo humano por tratamento simplificado, necessitando de tratamento convencional, além restringir a irrigação de hortaliças ingeridas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película (CONAMA, 357/05 Art. 4 parágrafos II e III).

Palhares e Gebler (2014) apontam o esterco animal como contaminante microbiológico comum nos recursos hídricos, proveniente da excreção direta nos corpos hídricos, da lixiviação das excretas ou da própria adubação. Isso contribui para surtos de diarreias, infecções intestinais e urinárias em humanos e mastites no gado, causada por algumas espécies de coliformes como *E. coli*, *E. aerogenes*, *Klebsiella*, entre outras.

Cabe ressaltar, que a não observância de alguns indicadores fecais (como a *E. coli*) não tornam as águas seguras para consumo, já que existem organismos resistentes que permanecem no ambiente após a eliminação dos indicadores, seja de forma natural por autodepuração ou por tratamentos simplificados a base de cloração. Desta forma a utilização de um indicador não pode detectar todos os agentes patogênicos em um corpo de água (TALLON *et al.*, 2005 *apud* CARR e NEARY, 2008).

5.3 RELAÇÃO ENTRE A SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS E AS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA

A média ponderada dos impactos na região de Toca Fria /Santo Aleixo foi a mais significativa com $32,2 \pm 18,1$, sendo considerado um impacto crítico (Apêndice D). Tal fato se justifica por 97,5% das residências lançarem seus dejetos a céu aberto, a maior frequência de diarreias (25% da população), 11 relatos de verminoses representando (73% de todos os relatos para a microbacia), suinoculturas com 25 suínos catalogados (93% dos suínos catalogados em toda microbacia) sem manejo adequado e próximo das residências e dos cursos hídricos.

As coletas no Ponto 1, localizado nessa região, indicaram contaminação por coliformes termotolerantes (307,6 NMP na primeira coleta e 166,4 NMP na segunda coleta). Diante do índice de impacto encontrado seria esperado uma contaminação microbiológica ainda maior, no entanto, alguns fatos podem contribuir para redução dos coliformes. As residências estão dispersas em um perímetro de cerca de 7,3 Km, 32,5% da vegetação ciliar encontra-se preservada (Apêndice G), além de um declive acentuado de 370 metros, entre a primeira residência analisada a montante (TS1) e o Ponto 1 de coleta (Figura 23). Portanto, as informações coletadas com a matriz, condizem com a contaminação microbiológica verificada nos recursos hídricos.

É importante salientar que os impactos constatados nessa área tem grande importância, pois ela está situada a montante da microbacia Rio do Colégio, afetando diretamente as

peessoas que utilizam essa água, situadas na parte inferior. Além disso, essas águas percorrem um curto perímetro até chegar as terras da Fazenda do Recreio, onde existe cerca de 800 cabeças de gado. Isso pode acarretar na disseminação da teníase, já que o gado utiliza dessas águas para dessedentação e atua como hospedeiro intermediário (REY, 2014), reduzindo a produtividade e a qualidade da carne.

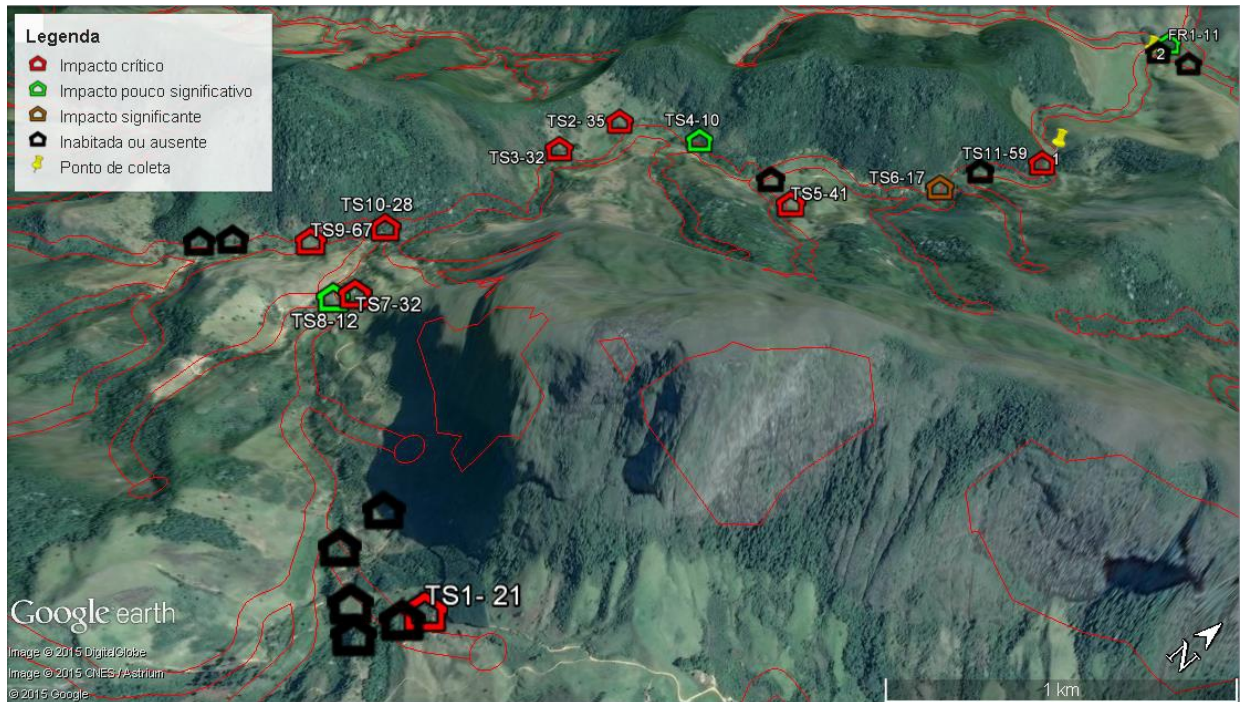


Figura 23 - Subáreas da microbacia Rio do Colégio- Toca Fria e Santo Aleixo (TS). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação do Ponto 1 de coleta.

Fonte: Google Earth.

O trecho entre os Pontos 1 e 2 com aproximadamente 1,4 Km, não possui residências (conforme Figura 24), logo não foi possível determinar a significância dos impactos pela matriz. Desta forma a contaminação microbiológica registrada, possivelmente provém da região a montante (Toca Fria e Santo Aleixo) e de alguns bovinos encontrados em pequeno número.

Houve redução dos coliformes termotolerantes *E. coli*, de 307,6 para 67 NMP na primeira coleta e 166,4 para 121 NMP, na segunda. A redução pode estar relacionada a alguma contaminação microbiológica pontual, visto ser o único ponto onde a primeira coleta apresentou um número maior de coliformes em relação à coleta posterior. Para elucidação de tal fato, será necessária a realização de mais análises para uma melhor averiguação dessa discrepância. A redução de 27,3% observada na segunda coleta é mais plausível, visto a curta distância entre os pontos, a ausência de mata ciliar e baixa declividade (33 metros).

As amostragens no ponto 2, foram importantes para se verificar a redução de contaminação microbiológica em relação ao ponto anterior e servir de parâmetro para o ponto 3.

Foi verificado um aumento de 248% de coliformes termotolerantes na primeira coleta (de 67 para 167 NMP) e 452% na segunda (121 para 547,5 NMP) no Ponto 3 em relação ao Ponto 2 situado a cerca de 1,8 Km. Apesar de existir apenas uma residência FR1 com significância de impacto 11, a Fazenda do Recreio apresenta uma ampla atividade pecuária com sistema extensivo de produção. A presença de aproximadamente 700 cabeças de gado (dado fornecido pelos conselheiros do Parque Estadual do Desengano), ausência total de mata ciliar e o curso hídrico percorrendo no centro da atividade pecuária, com total acesso de animais para dessedentação, justificam o aumento significativo dos coliformes termotolerantes e a elevação da turbidez. Ao utilizarmos a matriz somente para a análise da utilização dos recursos naturais, essa fornece um impacto com significância de 17 enquadrando em impacto significativo. Desta forma a matriz demonstrou boa efetividade, em indicar impactos ambientais, observando apenas um dos eixos (Utilização dos Recursos Naturais).

No Ponto 4 o índice de termotolerantes reduziu drasticamente para de 13,5 NMP na primeira coleta e 24,3 NMP na segunda coleta. Tal fato pode estar relacionado à ausência de impactos significativos na região. Apenas duas residências a cerca de 60m do curso hídrico, foram analisadas. Não foi observada atividade pecuária próxima aos cursos hídricos. Além disso, a presença da cachoeira do Recreio com queda d'água de cerca de 300m promove a agitação das águas, aumentando as taxas de OD, contribuindo para a autodepuração das águas.

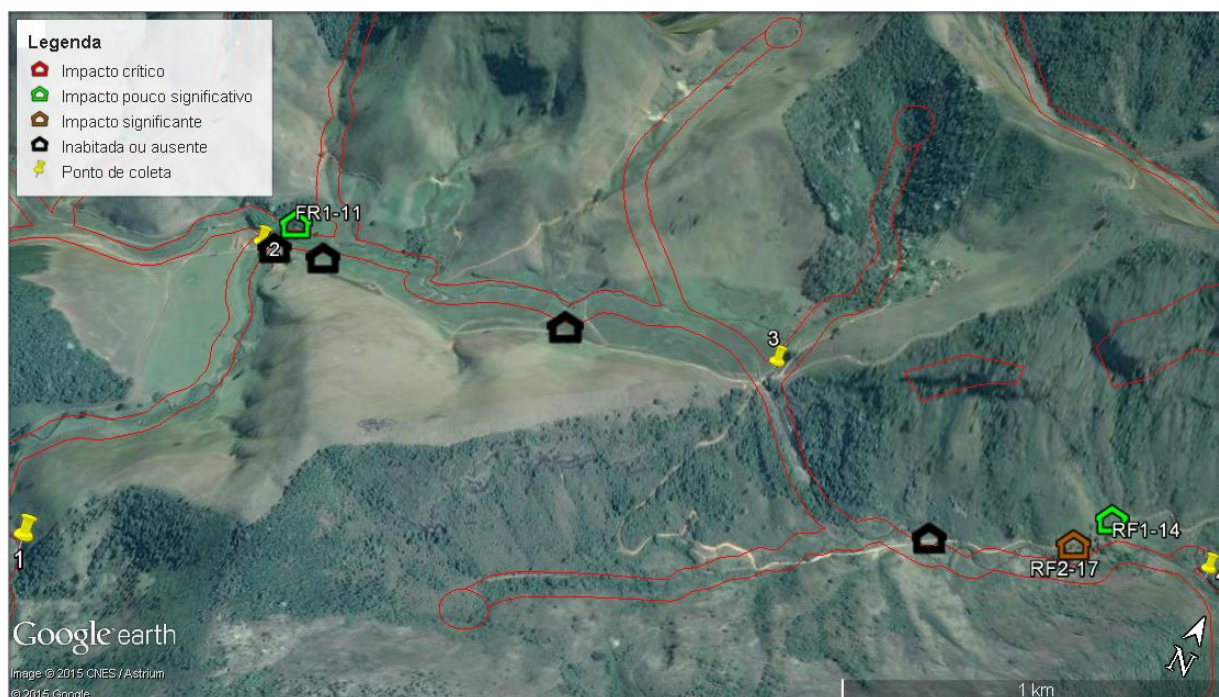


Figura 24—Subáreas da microbacia Rio do colégio- Fazenda Recreio (FR) e Ribeirão das Flores (RF). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta de 1ao 4.

Fonte: Google Earth.

Itacolomi situa-se na vertente mais ao sul, da parte alta da microbacia do Rio do colégio, não possui muitas residências habitadas, conforme observado na Figura 25. A maior parte das casas está desocupada há bastante tempo (73% das residências desabitadas), apenas cinco moradores foram entrevistados sobre as atividades econômicas desenvolvidas e com relação a Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado-DRSAI. As poucas casas habitadas apresentaram impacto pouco significativo ou com significância moderada, sendo a matriz de impacto útil em determinar contaminação pontual por parte das residências.

A avaliação de impacto para a região de Itacolomi demonstrou que se trata de uma área que exerce baixa pressão sobre os recursos naturais. A média ponderada para a região foi de $11,4 \pm 7,3$, classificando-a como impacto pouco significativo mediante a matriz. Essa avaliação se justifica por apenas três residências, com poucos moradores, lançarem os dejetos a céu aberto, peridomiciliar ou nos cursos d'água, a produção pecuária é dispersa e pouco numerosa, além disso, cerca de, 30,3% da área de APP do afluente, possui mata ciliar preservada (Apêndice H).

Os baixos índices microbiológicos de coliformes *E. coli* (35 NMP), verificada no ponto 6 na primeira amostragem, concorda com a significância do impacto obtido pela matriz, para a região. No entanto, na segunda coleta apresentou um resultado inesperado de 770,1 NMP de

coliformes *E. coli*. Tal fato pode estar relacionado à contaminação pontual por excretas de animais. Isso demonstra o risco de contaminação mesmo em áreas onde a água se apresenta aparentemente segura, necessitando de mais estudos para a compreensão de tal fato. Ambas as amostragens do ponto 5, revelaram um baixo índice de coliformes *E. coli* (primeira 27,5 NMP e 42,4 NMP na segunda), condizendo com o resultado obtido pela matriz de impacto.



Figura 25 –Subárea da microbacia Rio do Colégio- Itacolumi (I). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 5 e 6.

Fonte: Google Earth.

No trecho entre os Pontos 4 e 7 não foram registradas moradias (Figura 26), apenas criações dispersas de gado com acesso ao afluente (observação em campo). Desta forma, não foi possível avaliar a significância do impacto com a matriz. O índice microbiológico para *E. coli* foi de 23,1NMP na primeira coleta e 95,9 NMP na segunda coleta, tal aumento possivelmente esteja relacionado ao lixiviamento das excretas de animais a montante e das áreas adjacentes aos cursos hídricos, pois dos 2,9 km de extensão na região do Ribeirão das Flores e início da Tapera, contém apenas cerca de 8,1% mata ciliar da APP preservada (Apêndice H).

Quadro semelhante se observa no Ponto 8, as informações foram insuficientes para avaliação da região. Apenas três residências foram analisadas com impacto enquadrado em pouco significativo (Figura 26).



Figura 26 –Subáreas da microbacia Rio do colégio- Ribeirão das Flores (RF) e Tapera (T). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 4, 7 e 8.

Fonte: Google Earth.

Do Ponto 8 ao Ponto 9 (cerca de 3,5 Km) foram analisados apenas quatro imóveis, conforme observado na Figura 27 e obtidos dados de 13 pessoas sobre as atividades exercidas e a saúde relacionada as DRSAI. Devido a insuficiência de dados amostrais para mensurar a significância do impacto para a área, a matriz indicou fontes de impactos pontuais (imóveis T4 e CC2 com significância de impacto classificado como crítico). O aumento no NMP de *E. coli* em relação ao ponto anterior foi de 61,3 para 163,1 NMP no período chuvoso. Desta forma a matriz apontou a necessidade de mitigar pontualmente as residências citadas, já que as características analisadas para a área como pequeno número de habitações, longos trechos com mata ciliar presente (cerca de 52,3% da área de APP preservada nas áreas da Tapera e Colégio de Cima), pequena atividade pecuária (registrada apenas em uma residência), seria esperado redução ou estabilização do número de coliformes termotolerantes.

O afluente conhecido popularmente como Bufão apresenta boa vazão, com nascentes localizadas nos limites do PED, ausência de residências e vegetação preservada, nas cabeceiras (informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental de São Fidélis). Desta forma, esse afluente contribui significativamente para o volume hídrico do Rio do Colégio. Foram analisados dois imóveis (B1-40 e B2-42), próximos ao local onde o afluente desagua no Rio do Colégio, que apresentaram impactos classificados como críticos e

pontuais (Figura 27). Devido à logística não foi possível realizar a coleta em um ponto mais alto, distante das residências analisadas, para se avaliar a real qualidade da água provinda das nascentes considerada pela população como de excelente qualidade, necessitando de mais estudos. O número de termotolerantes *E. coli* no Ponto 10, foi de 93,4 NMP na primeira coleta e 547,5 na segunda, esses resultados serviram para desmistificar a alta qualidade da água pelo menos no ponto amostrado, corroborando com a matriz, no sentido de aferir impactos pontuais.

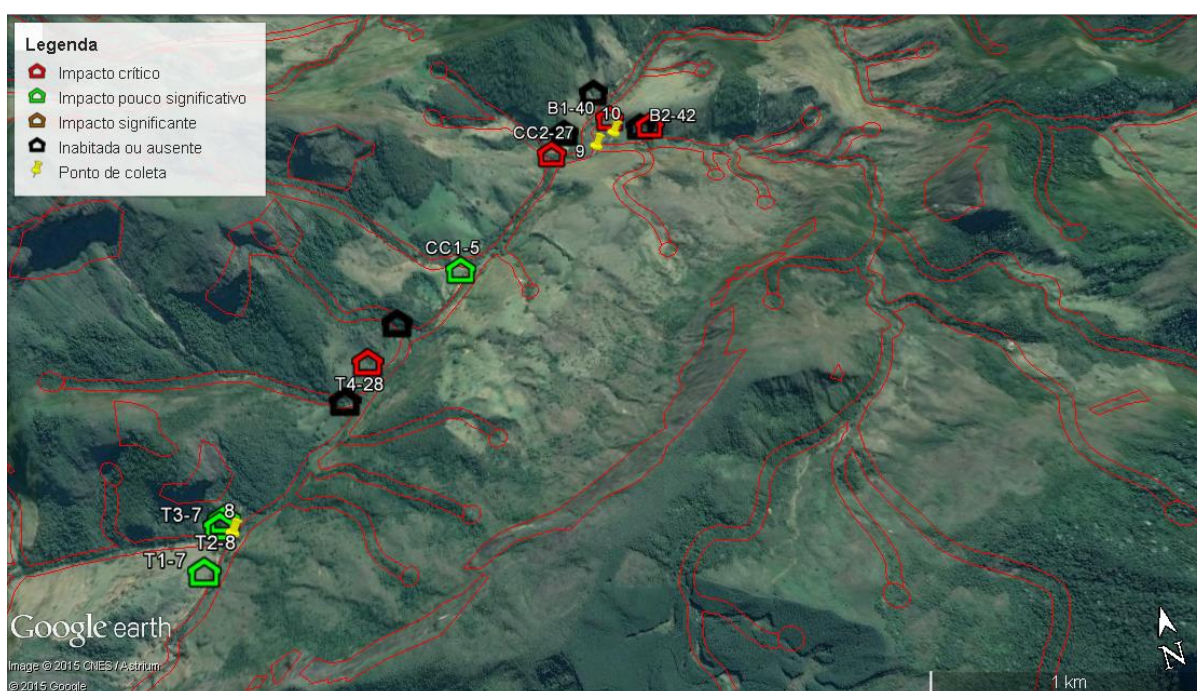


Figura 27 –Subáreas da microbacia Rio do colégio- Tapera (T), Bufão (B) e Colégio de Cima (CC). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 8, 9 e 10.

Fonte: Google Earth.

No Ponto 11 visualizado na Figura 28, o baixo número de termotolerantes em ambas as amostragens, se deve principalmente, pela ausência de residências e atividades, potencialmente impactantes. As residências possuem fossas rústicas e foram registrados apenas três moradores residindo na região. Além disso, dos 2,5 Km entre os pontos 9 e 11, cerca de 1,4 Km possui mata ciliar. Devido a informações insuficientes não se realizou uma média da significância do impacto para a área. No entanto, ao avaliar o impacto das residências CC5 (com três moradores e impacto avaliado de 11 - pouco significativo) e CC4 (moradores ausentes, com cerca 300 cabeças de gado sem manejo adequado, no entanto, distantes em 100m do afluente, com impacto de 18 - moderado), sugere que a contaminação microbiológica constatada, esteja relacionada a sobrevivência dos coliformes provindos dos

pontos a montante ou pelo arraste de excretas da propriedade citada, necessitando de mais estudos para esclarecimentos.



Figura 28 – Subáreas da microbacia Rio do Colégio- Bufão (B) e Colégio de Cima (CC). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 9,10 e 11.

Fonte: Google Earth.

Na região situada entre os pontos 11 e 12 (Figura 29), abrangendo as regiões do Colégio de Cima e Barra do Brasil, a significância do impacto obtida com a matriz para a área foi de $23 \pm 6,6$. Foram registradas seis residências com 12 moradores, apesar da grande extensão (cerca de 4,2 Km) e presença de mata ciliar preservada (31,4% da área de APP), as poucas residências existentes impactam de forma significativa o ambiente, principalmente pela falta de fossas em 50% das residências e atividade pecuária sem manejo na maioria das propriedades (750 cabeças registradas). O NMP de termotolerantes foi de 83,6 na primeira coleta e 109 NMP na segunda, revelando alterações mínimas nas concentrações de termotolerantes em relação ao ponto anterior. Provavelmente fatores que permitam a autodepuração das águas como: a presença de mata ciliar preservada, cursos hídricos lóticos, longo trajeto percorrido pelas águas e residências dispersas, mascarem a pressão exercida por poucas residências sobre o ambiente. Mais uma vez a matriz aponta a necessidade de mitigar os impactos caracterizados pontualmente.



Figura 29 –Subáreas da microbacia Rio do Colégio- Colégio de Cima (CC) e Barra do Brasil (BB). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 11e 12.

Fonte: Google Earth.

Na região do Aracaju foram analisados 16 imóveis (Figura 30) e entrevistados 20 moradores, o valor médio do impacto aferido pela matriz para a região foi de $8,6 \pm 6,1$, sendo considerada uma área com impactos pouco significativos. Isso se deve principalmente a instalação de fossas por grande parte da população (93,7%) e atividades pecuárias de pequeno porte, principalmente para subsistência. O valor de termotolerantes se manteve relativamente estável em relação ao ponto anterior, mesmo apresentando maior densidade populacional, apenas 14,2% de mata ciliar preservada (Tabela 19 e Apêndice J) em uma extensão territorial de cerca de 2,6 Km. A falta de manejo na pecuária aparece como o maior problema constatado para a área, conforme observado na avaliação dos impactos para a região do Aracaju no Apêndice E.



Figura 30 – Subárea da microbacia Rio do colégio - Aracaju (A). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 12 e 13.

Fonte: Google Earth.

Entre os Pontos 13 e 14 com cerca de 5,6 Km (Tabela 19 e Apêndice K), não houve registro de moradias habitadas e não foram observadas atividades pecuárias em grande escala, apenas foram registrados pontos de turismo, conforme observado na Figura 31. Não foi possível caracterizar impactos utilizando a matriz, corroborando com os baixos índices de *E. coli* constatados em ambas amostragens (6,1 NMP e 43,6 NMP).

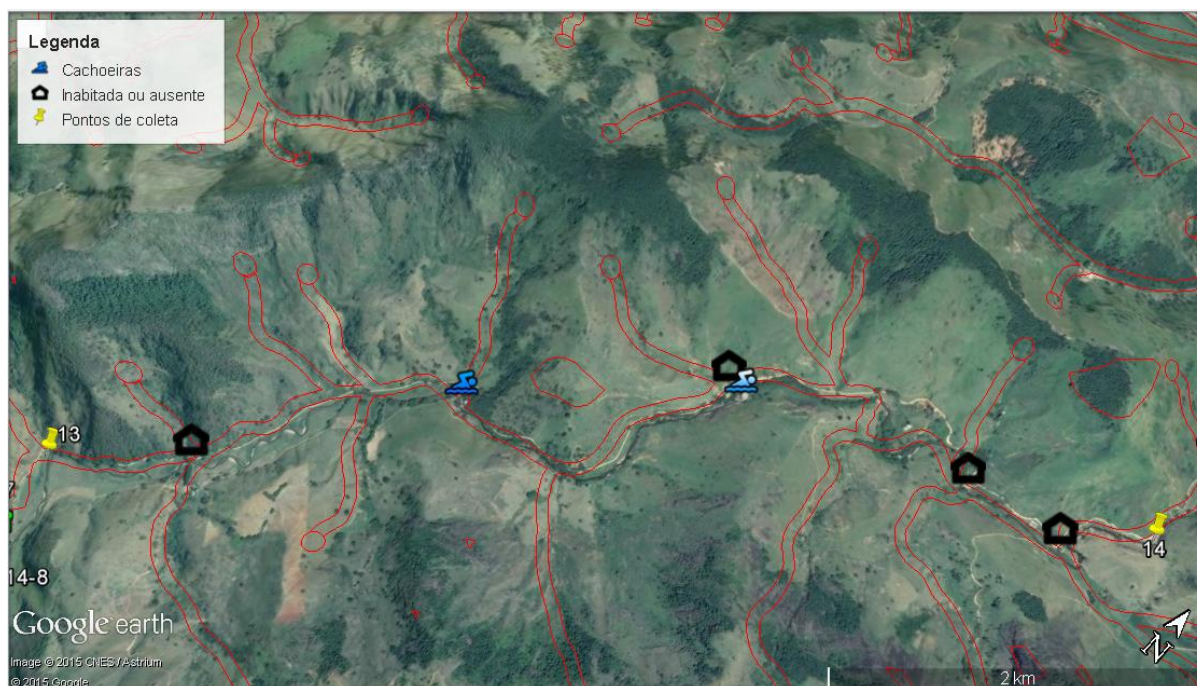


Figura 31 – Subárea da microbacia Rio do Colégio- Rio do Colégio (parte alta). Visualização dos pontos de turismo, residências desabitadas e dos Pontos de coleta 13 e 14.

Fonte: Google Earth.

A maior densidade demográfica da microbacia se localiza em sua parte final no Rio do Colégio (parte baixa), visualizado na Figura 32, onde desagua no Paraíba do Sul. Foi analisada a infraestrutura de 16 imóveis e obtiveram-se dados de 36 pessoas. No entanto, cabe ressaltar que nessa região o número de imóveis é maior que o registrado, sendo o trabalho de pesquisa realizado por amostragem aleatória (apenas nesta área).

Apesar do número elevado de moradias o impacto médio por residência foi de $13,4 \pm 7,5$ sendo considerada uma área com impacto pouco significativo. Como fatores positivos pode-se destacar que em apenas um local foi detectado o esgotamento a céu aberto e 56% das residências destinam os resíduos domésticos ao órgão público. Como fatores negativos podemos citar a construção de casas nas áreas de APP, próximas ao corpo hídrico (Apêndice K), sendo as fossas rústicas instaladas a menos de 10 metros do corpo hídrico (em quatro residências ocupadas por 13 pessoas, às fossas se localizavam de 2 a 5 metros do corpo hídrico). Além disso, moradores de seis residências relataram utilizar a águas do Rio do Colégio para limpeza e/ou consumo sem nenhum tratamento (para melhor compreensão dos impactos caracterizados nessa área consulte a matriz no Apêndice F). Os resultados das coletas no ponto 15 revelam que além da turbidez elevada os índices microbiológicos na segunda amostragem, enquadram essas águas como classe 2, segundo o Conama 357/05, necessitando de tratamento convencional para consumo.

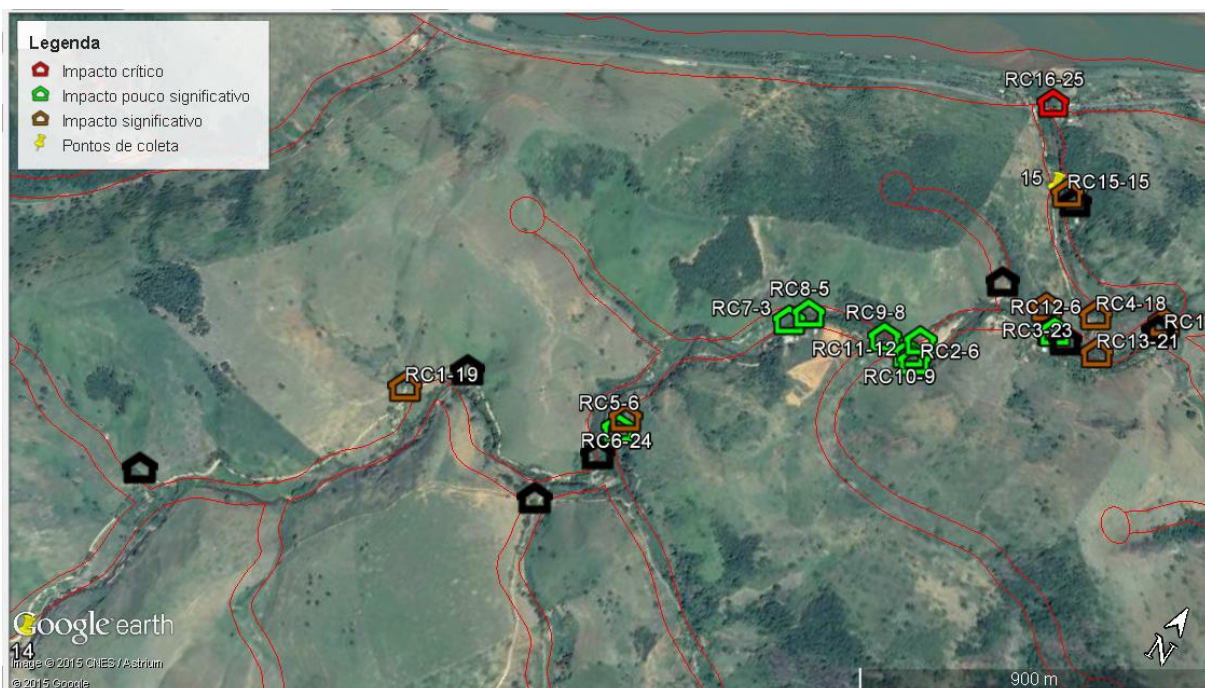


Figura 32 –Subárea da microbacia Rio do Colégio- Rio do Colégio (RC). Visualização das residências, seguida do número do imóvel analisado e a significância do impacto avaliado (após o hífen). Além da observação dos Pontos de coleta 14 e 15.

Fonte: Google Earth.

A Tabela 24, permite ratificar a necessidade de se utilizar metodologias variadas para o diagnóstico do impacto ambiental, a utilização isolada da matriz de impacto ou apenas procedimentos laboratoriais, podem levar a conclusões contraditórias. Ao observarmos o Ponto 1 notamos que os índices de termotolerantes não são os mais altos em relação aos outros pontos amostrados na microbacia, possivelmente pelos motivos já relatados. No entanto, a matriz apontou tal região como a área mais preocupante em termos de impactos significativos para vários indicadores como: saneamento, manejo do gado e de suínos e saúde da população.

No Ponto 3 a correlação entre a falta de manejo na pecuária apontada pela matriz e os índices microbiológicos ratificaram a origem da contaminação e a necessidade de implantação de medidas mitigatórias urgentes.

No Ponto 6, a análise microbiológica permitiu caracterizar contaminação em uma área onde não foram mensurados impactos através da matriz.

Contaminações pontuais apontadas pela matriz foram confirmadas com as análises microbiológicas do Ponto 10.

A matriz apontou impactos significativos para as regiões de Tapera e Barra do Brasil, mas os índices microbiológicos, não apresentaram aumentos expressivos possivelmente devido a grande extensão territorial e dispersão dos imóveis potencialmente impactantes.

Na região do Aracaju no Ponto 13, apesar da concentração de habitações o impacto mensurado através da matriz foi considerado pouco significativo e a análise microbiológica corroborou ao demonstrar uma estabilidade na concentração de termotolerantes *E. coli*.

Ao utilizar a matriz em regiões com maior densidade populacional, como o Rio do Colégio (parte baixa), impactos que atinjam a média 15,0, passando a impactos significativos, já merecem atenção para a implantação de medidas mitigatórias, conforme observado no aumento dos índices de termotolerantes para tal região.

Nas demais regiões onde não foram mensurados impactos através da matriz (Pontos 2,4,11e 14), pela insuficiência de dados ou por se tratar de áreas inabitadas com ausência de atividades pecuárias em grande escala os índices microbiológicos, apresentaram redução significativa quando comparado ao ponto anterior a montante.

Tabela 24- Resumo da relação entre matriz de impacto e as análises microbiológicas da água.

| Pontos de coleta | Localização | Significância do impacto ambiental | 1ª Coleta NMP <i>E. coli</i> | 2ª Coleta NMP <i>E. coli</i> |
|------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | Toca Fria e Santo Aleixo | 32,2±18,1 | 307,6 | 166,4 |
| 2 | Santo Aleixo | AIC- AD | 67 | 121 |
| 3 | Fazenda Recreio | AAP 17,0 | 166,4 | 547,5 |
| 4 | Ribeirão das Flores | AIC- AD | 13,5 | 24,3 |
| 6 | Itacolumi (Parte alta) | DI | 35 | 770,1 |
| 5 | Itacolumi | 11,4 | 27,5 | 42,4 |
| 7 | Ribeirão das Flores | AIC - AD | 23,1 | 95,9 |
| 8 | Tapera | | 36,9 | 61,3 |

| | (Parte alta) | DI | | |
|----|----------------------------------|---------------------------------|-------|-------|
| 9 | Tapera (Parte baixa) | 17,0±12,2 | 41,4 | 163,1 |
| 10 | Bufão | DI 41,0 (Impacto pontual) | 93,4 | 547,5 |
| 11 | Colégio de cima | DI | 28,1 | 59,8 |
| 12 | Barra do Brasil | 23,0 ± 6,6 | 83,6 | 109 |
| 13 | Aracaju | 8,6±6,1 | 86,1 | 123,4 |
| 14 | Rio do Colégio (parte alta) | AIC - AD | 6,1 | 43,6 |
| 15 | Rio do Colégio (parte baixa) | 13,4±7,5 | 118,7 | 275,5 |

AIC – AD Ausência de impactos caracterizados – Área desabitada; DI - Dados insuficientes;
AAP – Avaliação da atividade pecuária.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 – CONCLUSÃO

A matriz de impacto elaborada se mostrou eficiente em apontar áreas e residências potencialmente impactantes, além de especificar os impactos prioritários para determinada região, sendo, portanto uma excelente ferramenta para os gestores ambientais e órgãos públicos. O grande diferencial da matriz foi à proposta de interação entre as áreas de saneamento, meio ambiente e saúde, com a inserção de indicadores de morbidades específicas às atividades exercidas ou a condição de higiene, amplamente utilizada na engenharia da saúde pública ou sanitária. Em regiões ou nas proximidades de imóveis, onde a matriz apontou impactos com significância classificada como crítica coincidiu com os maiores índices de DRSAI.

Os principais impactos caracterizados foram concernentes à forma de esgotamento sanitário, o manejo da pecuária no sistema extensivo de produção, degradação da vegetação ciliar das nascentes e marginais dos corpos hídricos, constatação de doenças relacionadas ao saneamento inadequado (DRSAI).

A prática de defecação a céu aberto, esgotamento peridomiciliar ou diretamente nos afluentes do Rio do Colégio, observada principalmente pela população localizada a montante, nas regiões da Toca Fria e Santo Aleixo e pontualmente nas regiões médias e baixas da microbacia, gera um potencial risco de disseminações de doenças causadas por vírus, bactéria, protozoários, fungos e helmintos.

A pecuária extensiva, principal sistema de produção observada em toda microbacia, tem permitido o acesso de animais aos cursos hídricos, gerando erosões dos taludes marginais dos rios, assoreamento e movimentação do material depositado no leito, além da deposição de dejetos nos corpos d'água ou nas proximidades. Esse sistema de produção pecuária altera a qualidade microbiológica da água, constatada principalmente nas coletas do período chuvoso, com aumento dos coliformes *E. coli*, em quase todos os pontos, sendo o ponto 3 (Fazenda Recreio) crucial nessa argumentação.

Cinquenta e três por cento da população abastecida pelas nascentes, conhecem o estado de degradação das mesmas. No entanto, a população não se preocupa em restringir o acesso animal, realizar limpezas periódicas ou recuperar a vegetação, para a manutenção da quantidade e qualidade da água. Tal atitude expõe a população a riscos de várias enfermidades, mas principalmente a giardíase e criptosporidiose.

O reflexo dos impactos ambientais sobre a saúde da população local ficou evidente nos altos índices de diarreias e verminoses e na constatação de doenças como giardíase (uma protozoonose) e hepatite A (virose).

As análises físico-químicas da água exibiram excelente qualidade para os parâmetros: turbidez, pH, SDT, OD. No entanto, o cloro total apontou para contaminação antrópica em vários pontos. As análises microbiológicas apresentaram coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*) em toda a extensão analisada. Tal fato justifica a necessidade de se implantar de medidas mitigadoras, viáveis a realidade local, para sanar as contaminações sanitárias humanas e disposição inadequada de dejetos animais, mantendo a quantidade do recurso e melhorando a sua qualidade.

A utilização dessa matriz em trabalhos futuros permitirá comprovar sua eficiência em apontar impactos socioambientais significativos, ou inferir a necessidade de se inserir, retirar ou ajustar alguns dos indicadores da matriz.

7 – RECOMENDAÇÕES

Dentre as medidas mitigadoras sugere-se:

- a implantação de fossas sépticas em substituição das fossas rústicas ou em locais onde o esgotamento é realizado a céu aberto;

- analisar a origem da água utilizada para consumo, observando principalmente o parâmetro turbidez, de forma a determinar o tipo de tratamento da água no local. No caso de turbidez acima de 1 NTU, ou quando a captação for dos cursos hídricos principais, recomenda-se a filtração seguida por desinfecção. Turbidez abaixo de 1NTU com captação em poços ou nascentes sugere-se apenas a desinfecção, com a metodologia proposta pela EMBRAPA (item 5.1.1.2.1);

- divulgar o serviço de coleta de resíduos sólidos, nas áreas onde a prefeitura fornece tal serviço, principalmente na parte baixa do Rio do Colégio, onde boa parte da população desconhece tal serviço, informando os dias e horários da coleta dos resíduos sólidos;

- propor aos pecuaristas mudanças no manejo da pecuária, explicitando o aumento na produtividade e no retorno financeiro, exercendo menor pressão sobre o meio ambiente. Dentre as mudanças sugere-se a instalação de caixas de dessedentação e restringindo o gado dos corpos hídricos com cercamento, além de mudanças estruturais no sistema de produção, utilizando o sistema de plantio direto (SPD), associado ao iLPF e piquetes com rotação de culturas;

- propor aos suinocultores a implantação do sistema de cama sobreposta, minimizando os odores liberados no sistema de produção intensivo e aproveitando os dejetos no sistema de compostagem, impedindo a contaminação do solo e dos cursos hídricos;

- aos piscicultores sugere-se a implantação das medidas mitigadoras do item 5.1.2.1.1.3 minimizando as interferências na qualidade dos corpos hídricos;

- implantar projetos para a recuperação das matas ciliares nas APPs com plantio de mudas e fiscalização por parte dos órgãos ambientais;

- que a secretaria de saúde promova uma campanha na microbacia, disponibilizando aos moradores exames simples como hemograma completo e exame parasitológico de fezes, tratando e orientando a população local.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Cauê Freire de. **Confinamento de bovinos e suas técnicas para viabilidade da atividade pecuária**, 2013. Disponível em: < <http://bdm.unb.br/handle/10483/7556> >. Acesso em 25 de jul. de 2015.

AMARAL, Denise Deckers; CORDEIRO, Luiz Adriano Maia; GALERANI, Paulo Roberto. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da **Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura–PLANO ABC** (Sectoral Plan for Mitigation and Adaptation to Climate Change for a Consolidation Economy Low Carbon...). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 4, n. 6, p. 1266-1274, 2012. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/arg_editor/download.pdf >. Acesso em 20 de jul. de 2015.

AMARAL, Luiz Augusto do et al . **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**. Rev. Saúde Pública, São Paulo , v. 37, n. 4, p. 510-514, aug. 2003 . Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102003000400017&lng=en&nrm=iso> . Acesso em 15 de Abril de 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102003000400017>.

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). **Cuidando das Águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/Cuidando_das_aguas_final_baixa.pdf> . Acesso em 15 de Dezembro de 2014.

APHA (American Public Health Association) (1999). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington, DC.

ASHBOLT, Nicholas John. **Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions**. Toxicology, v. 198, n. 1, p. 229-238, 2004. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300483X04000952> > . Acesso em 15 de Março de 2015.

ASSEMBLY, UN General. **The Future we want** (Resolution adopted by the General Assembly on 27 July 2012). The United Nations, p. 53, 2012. Disponível em: < http://www.ohchr.org/Documents/Issues/MDGs/Post2015/2012_Rio_20_Outcome_Document.pdf > . Acesso em 05 de Agosto de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004** - Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>. Acesso em: 15 de jul. de 2014.

_____. **NBR ISO 14.001**: Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientação para uso. 2ª Edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/nbr-iso-14001-2004_70357.pdf> . Acesso em:15 de jul. de 2014.

_____. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993.

AWWA (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION). **Water quality & treatment**. Nova York: McGraw-Hill, 1999. 1.232 p.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2º ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BALBINO, Luiz Carlos *et al.* **Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, n. 10, p. 0-0, 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2011001000001&script=sci_arttext >. Acesso em 25 de jul. de 2015.

BALBINO, Luiz Carlos; CORDEIRO, Luiz Adriano Maia; DE OLIVEIRA, Priscila. **Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLRF)**. Informações Agronômicas, n. 138, p. 1-18, 2012. Disponível em: < [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/67E9CCA96D48CF6685257A84004F5D7D/\\$FILE/IA-2012-138.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/67E9CCA96D48CF6685257A84004F5D7D/$FILE/IA-2012-138.pdf) >. Acesso 25 de jul. de 2015.

BARBOSA, G.; LANGER, M. **Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental**. Unoesc & Ciência-ACSA, v. 2, n. 1, p. 87-96, 2011. Disponível em: < <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/view/864> >. Acesso em 05 de jan. de 2015.

BARCELLOS, Christovam; QUITÉRIO, Luiz Antônio Dias. **Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde**. Revista de Saúde Pública, v. 40, n. 1, p. 170-177, 2006. Disponível em < <http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v40n1/27131.pdf> >. Acesso 20 de ago. de 2015.

BERGAMASCHI, Bianca. **Detecção de rotavírus em amostras fecais de bovinos e água em propriedades rurais do vale do Paranhana**. Dissertação de mestrado. RS. 2012. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/55987>>. Acesso em 20 de mar. de 2015.

BERTOL, Oromar João *et al.* **Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 04, p. 781-792, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n4/a18v31n4.pdf>>. Acesso em 26 de jul. de 2015.

BOCKSTALLER, Christian *et al.* **Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems: a review**. In: Sustainable Agriculture. Springer Netherlands, 2009. p. 725-738. Disponível em: < http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-2666-8_44#page-1 >. Acesso em 05 de jul. de 2014.

BORTOLUZZI, Edson C. *et al.* **Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 4, p. 881-887, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v10n4/v10n4a15.pdf>>. Acesso em 02 de ago. de 2015.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental.** 2º ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2005.

BRASIL. **Lei nº 12.727**, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm>. Acesso em 10 de jan. de 2015.

_____. **Portaria nº 2914** de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 30 de Novembro de 2014.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Saúde Brasil 2008 : 20 anos de Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil.** Brasília : Ministério da Saúde, 2009. 416 p. : il. Disponível em: < https://www.google.com.br/?gws_rd=ssl#q=ISBN+978-85-334-1600-0>. Acesso em 20 de fev. de 2015.

_____. **Lei nº 11.428** de 22 de Dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11428.htm>. Acesso em: 26 de jul. de 2014.

_____. Comissão de políticas de desenvolvimento sustentável; da agenda 21 nacional. **Agenda 21 brasileira: ações prioritárias.** Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional, 2004. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-brasileira/item/58>>. Acesso em 05 de ago. de 2015.

_____. **Portaria n.º 518**, de 25 de março de 2004. Normas e padrões de potabilidade das águas destinadas ao consumo humano. Brasília (DF): MS, 2004. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em dez. de 2014.

_____. **Lei nº 9.984**. de 17 de Julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, Brasília, DF. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19984.htm>. Acesso em: 26 de maio de 2014.

_____. **Lei nº 9.433** de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF. 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 24 de maio de 2014.

_____. **Lei nº 8.080**, de 19 de setembro de 1990: Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União, v. 128, n. 182, 1990. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8080.htm >. Acesso em: 28 de maio de 2014.

_____. **Lei nº 4.771** de 1965. Código Florestal. 1965. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm >. Acesso em: 20 de mar. de 2014.

_____. **Decreto nº 24.643** de 10. Julho 1934. Decreta o Código de Águas. 1934. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm >. Acesso em: 24 de maio de 2014.

BRUNDTLAND COMMISSION *et al.* **Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development.** UN Documents Gatheringa Body of Global Agreements, 1987. Disponível em: < <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em 22 de jan. de 2015.

CAIRNCROSS, Sandy *et al.* **Health, environment and the burden of disease; a guidance note.** DFID, 2003. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsapc/fulltext/cairn.pdf> >. Acesso em 01 de set. de 2015.

CAPOANE, V.; RHEINHEIMER, D. S. **Usos antrópicos em áreas de preservação permanente: estudo de caso em um assentamento de reforma agrária.** Extensão Rural (Santa Maria), v. 20, p. 7-23, 2013. Disponível em:<<http://oaji.net/articles/2014/1572-1420655477.pdf>>. Acesso em 27 de jul. de 2015.

CARR, Genevieve M.; NEARY, James P. **Water quality for ecosystem and human health.** UNEP/Earthprint, 2008. Disponível em: http://www.unwater.org/wwd10/downloads/water_quality_human_health.pdf. Acesso em 15 de dez. de 2014.

CARVALHO, L.M, e NUNES, M.U.C. Anais. **II Curso de Agricultura Ecológica para a Região Nordeste.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 126p. Disponível em: < <http://www.cpatc.embrapa.br/download/anaiscomplet.pdf>>. Acesso em 20 de jul. de 2015.

CERNA, C. E. L. **Degradação da Amônia em Efluentes com Ácido de Caro.** 2008. Tese de Doutorado. PUC-Rio. Disponível em: < http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=11883@1> . Acesso em 10 de ago. de 2015.

CERHI - Conselho Estadual De Recursos Hídricos. **Resolução CERHI-RJ nº 107** de 22 de maio de 2013. Aprova nova definição das regiões hidrográficas do estado do rio de janeiro. 2013. Disponível em: < <http://www.cbhmedioparaiba.org.br/downloads/res-cerhi-107.pdf> >. Acesso em 15 de nov. de 2015.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, de 17 de Março de 2005. Dispõe sobre a Legislação Ambiental brasileira. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> / >. Acesso em: 28 de jul. 2014.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 01**, de 23 de Janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> >. Acesso em: 30 de jul. de 2014.

CORRELL, D. L. **Buffer zones and water quality protection: general principles**. In: HAYCOCK N. E.; BURT, T. P.; GOULDING, K. W. T.; PINAY, G. (eds) Buffer zones: their processes and potential in water protection, p 7-20. Quest Environmental. 1997. Disponível em: < [http://biodiversitysouthwest.org.uk/docs/BufferZones\(locked\).pdf#page=15](http://biodiversitysouthwest.org.uk/docs/BufferZones(locked).pdf#page=15)>. Acesso em 30 de Julho de 2015.

DAJOZ, Roger. **Princípios de ecologia**. Artmed, 2005.

DECLARAÇÃO DO RIO DE JANEIRO. **Estud. av.**, São Paulo , v. 6, n. 15, p. 153-159, Aug. 1992 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141992000200013&lng=en&nrm=iso . Acesso em 05 de ago. 2015.

DIAS FILHO, Adelar. **Técnicas aplicadas para o confinamento de bovinos**. 2011.

Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/1787/1/2011_AdelarDiasFilho.pdf . Acesso em 26 de jul. de 2015.

DIAS , M. C. *et al.* **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999. 297p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/manual_bnb.pdf>. Acesso em 22 de jun. de 2015.

DIAS, Victor Pina; FERNANDES, Eduardo. **Fertilizantes: uma visão global sintética**. BNDES Setorial, n. 24, p. 97-138, 2006. Disponível em:< <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2657>>. Acesso em 15 de ago. de 2015.

DICKSON, B. C.; SCHAEFFER, D. J. Ecorestoration of riparian forests for non-point source pollution control: Policy and ecological considerations in agroecosystem watersheds. In: **Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection. The Proceedings of the International Conference on Buffer Zones**. Quest Environmental, Harpenden, Hertfordshire, UK, Oxford, UK. 1997. p. 221-227. Disponível em: < [http://biodiversitysouthwest.org.uk/docs/BufferZones\(locked\).pdf#page=15](http://biodiversitysouthwest.org.uk/docs/BufferZones(locked).pdf#page=15)>. Acesso em 30 de jul. de 2015.

ELER, Márcia Noélia; MILLANI, Thiago José. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, p. 33-44, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36s0/04.pdf> >. Acesso em 28 de ago. de 2015.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2006. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/158058/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos> >. Acesso em 11 de maio de 2015.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **3º Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública** / Fundação Nacional de Saúde. - Brasília: Funasa, 2013. Disponível em: < http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/iicaderno_pesquisa_2.pdf >. Acesso em 20 de fev. de 2014.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde Decorrentes de Agravos Relacionados a um Saneamento Ambiental Inadequado** / Fundação Nacional de Saúde – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/estudosPesquisas_ImpactosSaude.pdf>. Acesso em: 20 de fev. de 2014.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Vigilância ambiental em saúde**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2002. 42 p. Disponível em: < http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_sinvas.pdf >. Acesso em: 20 de fev. de 2014.

GLASSON, John; THERIVEL, Riki; CHADWICK, Andrew. **Introduction to environmental impact assessment**. Routledge, 4th ed. 2012. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=NefZAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=glasson+et+al+1999+introduction&ots=doCITn9J7Y&sig=1G-olA2ANXcax2oYTw19jiFRbIw#v=onepage&q=glasson%20et%20al%201999%20introduction&f=false> >. Acesso em 05 de jul. de 2015.

GOMES, Ana Carolina Alves *et al.* **Incentivos para a viabilização do biogás a partir dos resíduos da pecuária leiteira no Estado de Minas Gerais**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 30, p. 149-160, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/dma.v30i0.34192>>. Acesso em 05 de Agosto de 2014.

GONÇALVES, S. L. *et al.* **Rotação de cultura**. Comunicado técnico/Embrapa Pecuária Sudeste, 45, 2007. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/> >. Acesso em 20 de jul. de 2015.

GRACIOLI, Cibele Rosa. **Impactos ambientais na microbacia do rio Vacacaí-Mirim em Santa Maria-RS**. 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecafloral.ufv.br/handle/123456789/5014> >. Acesso em 20 de ago. de 2015.

HEINK, Ulrich; KOWARIK, Ingo. **What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning**. *Ecological Indicators*, v. 10, n. 3, p. 584-593, 2010. Disponível em: < <http://mon.univ-montp2.fr/claroline/backends/download.php?url=L2FydGlibGVzIHBvdXIgZXR1ZGlibnRzL0xFIENBRFJFIEVOVDIucGRm&cidReset=true&cidReq=FMOE302> > . Acesso em: 29 mar. de 2015.

HELLER, Leo. **Saneamento e Saúde**. Brasília: OPAS, 1997.

HELLER, Léo; DE PÁDUA, Valter Lúcio. **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora UFMG, 2006.

ICMM - **International Council on Mining and Metals. Good practice guidance on health impact assessment**. London: ICMM, 2010. Disponível em: <<https://www.icmm.com/document/792>> . Acesso em 05 de jun. de 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 17 dez. de 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário: 2006**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < www.ibge.gov.br >. Acesso em 20 de jul. de 2015.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário: 1995–1996**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1996. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 20 de jul. de 2015.

IMHOFF, Karl R. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias**. Editora Edgard Blucher. 321 p. 1996. In: JORDÃO E. P. e PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5ª ed. Rio de Janeiro, 2009.

JORDÃO E. P. e PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 5ª ed. Rio de Janeiro, 2009.

KLUTHCOUSKI, João *et al.* **Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas**. Informações agronômicas, n. 106, p. 1-20, 2004. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/6C803EB334A9440E83257AA2005A8E45/\\$FILE/Encarte106.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/6C803EB334A9440E83257AA2005A8E45/$FILE/Encarte106.pdf)> . Acesso em 25 de jul. de 2015.

KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. **Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005. Disponível em: < <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8663> >. Acesso em 25 de ago. de 2015

LANDAU, Elena Charlotte *et al.* **Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Documentos/Embrapa Milho e Sorgo, ISSN, p. 1518-4277, 2012. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/949260/1/doc146.pdf> > . Acesso em 25 de jul. de 2015.

LEONARDO, Hudson Carlos Lissoni. **Indicadores de qualidade de solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do Rio Passo Cue, Região Oeste do Estado do Paraná.** 2003. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/5795>>. Acesso em 20 de maio de 2015.

LEOPOLD, L.B, CLARK,F.F, HANSHAW,B.B, BALSLEY,J.R. **A procedure for evaluating environmental impact, US Geological Survey Circular 645.** Department of the Interior, Washington, DC, USA, 1971. Disponível em: <[http://eps.berkeley.edu/people/lunaleopold/\(118\)%20A%20Procedure%20for%20Evaluating%20Environmental%20Impact.pdf](http://eps.berkeley.edu/people/lunaleopold/(118)%20A%20Procedure%20for%20Evaluating%20Environmental%20Impact.pdf)> . Acesso em 20 de jan. de 2015.

LIMA, Gustavo J. M. M.; PIOCZCOVSKI, Guilherme D. de. **Água: principal alimento na produção animal.** Simpósio Produção Animal e Recursos Hídricos, 2010. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_e1u76v6p.pdf#page=29> . Acesso em 05 de jan. de 2015.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares.** Matas ciliares: conservação e recuperação. Edusp, São Paulo, p. 33-44, 2000. Disponível em: <<http://www.ipef.br/hidrologia/mataciliar.asp>>. Acesso em 25 de jun. de 2015.

LOPES, Marcos Aurélio; CARVALHO, F. de M. **Custo de produção do gado de corte.** Lavras: UFLA, v. 47, 2002. Disponível em: <<http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-47.pdf>> . Acesso em 25 de jul. de 2015.

MACEDO, M.C.M. **Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, p.133-146, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38nspe/v38nspea15.pdf>> . Acesso em 25 de jul. de 2015.

MALTHUS, Thomas. **An essay on the principle of population, as it affects the future improvement of society with remarks on the speculations of mr. Godwin, m. Condorcet, and other writers.** London, Printed For J. Johnson, In St. Paul's Church-Yard, 1798. St. Paul's Church-yard, London, 1798. Disponível em:<<http://www.esp.org/books/malthus/population/malthus.pdf>> . Acesso em 20 de Janeiro de 2015.

MAWDSLEY, Jane L. *et al.* **Pathogens in livestock waste, their potential for movement through soil and environmental pollution.** Applied Soil Ecology, v. 2, n. 1, p. 1-15, 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/092913939400039A>> . Acesso em 05 de jan. de 2015.

MARCANTONIO, A. S.; ROCHA, G. C.; LOURENÇO, F. C. **Estudo do impacto ambiental de efluentes de atividades agropecuárias sobre a qualidade da água.** In Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, 2007. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/trabalhos.html>>. Acesso em 05 de dez. de 2014.

MARTHA JÚNIOR, G. B. *et al.* **Área de piquete e taxa de lotação no pastejo rotacionado.** Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico 101, 2003.

MEDEIROS, Rodrigo; ARAÚJO, Fábio França Silva. Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro. 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3510>>. Acesso em 20 de set. de 2015.

MEDEIROS, Rodrigo *et al.* **Contribuição das unidades de conservação para a economia nacional: Sumário Executivo.** 2011. Disponível em: <<http://passaporteverde.s3-website-sa-east-1.amazonaws.com/upload/publicacoes/anex/047.pdf>>. Acesso em 25 de set. de 2015.

MEDEIROS, R.; PEREIRA, R. M. V. Water-resource management in urban areas: the case of the rodrigo de freitas lagoon, rio de janeiro, brazil. In: BILIBIO, Carolina; HENSEL, Oliver; SELBACH, Jeferson Francisco. **Sustainable water management in the tropics and subtropics-and case studies in Brazil.** VI. 4. unipampa. 2012. cap. 57, p.1405-1435. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=WktzAliHowMC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em 24 de set. de 2015.

MEYER, Sheila T. **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública.** Cad Saúde Pública, v. 10, n. 1, p. 99-110, 1994. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v10n1/v10n1a11>>. Acesso em 20 de ago. de 2015.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de impacto ambiental – AIA.** FEEMA, RJ, 1985. 34p. Disponível em: <<http://www.uff.br/estudossociaisambientais/Avadeimpactoambiental.doc>>. Acesso em 20 de mar. de 2015.

NOGUEIRA, R. G. S. **Inclusão de cana-de-açúcar triturada em biodigestores abastecidos com dejetos de bovinos de corte confinados.** 2013. Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP- Câmpus de Botucatu para obtenção do título de Mestre em Agronomia Energia na Agricultura. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0896.pdf>>. Acesso em: 12 de jul. de 2014.

NOGUEIRA, Maurício Palma. **Custos e viabilidade do confinamento frente aos preços baixos.** Encontro confinamento: gestão técnica e econômica, v. 1, p. 159-174, 2006. Disponível em: <<http://www.coanconsultoria.com.br/images/palestras/Custos%20e%20viabilidade%20do%20confinamento.pdf>>. Acesso em 25 de jul. de 2015.

NUNES, M. L. A. **Avaliação de procedimentos operacionais na compostagem de dejetos de suínos.** 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85966>>. Acesso em 20 de ago. de 2015.

OLIVEIRA, M. Z. *et al.* **Imagens do Google Earth para fins de planejamento ambiental: uma análise de exatidão para o município de São Leopoldo/RS.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, v. 14, 2009. Disponível em: <<http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper48.pdf>>. Acesso em 25 de ago. de 2015.

OLIVEIRA, P. P. A. **Dimensionamento de piquetes para bovinos leiteiros, em sistemas de pastejo rotacionado**. Comunicado técnico/Embrapa Pecuária Sudeste; 65, 2006. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/> >. Acesso em 02 de ago. de 2015.

OLIVEIRA, P.A. V.; NUNES, M. L. A. **Sustentabilidade ambiental da suinocultura**. 2002. Disponível em: < <http://www.ufvjm.edu.br/disciplinas/agr006/files/2014/08/Sustentabilidade-ambiental-da-suinocultura-EMBRAPA.pdf> >. Acesso em 25 de ago. de 2015.

OLIVEIRA, P. A. V. *et al.* **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Embrapa-CNPSA. Documentos, 1993. Disponível em: < <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR19931434003> >. Acesso em 25 de ago. de 2015.

OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. 188p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 27). In: NOGUEIRA, R. G. S. **Inclusão de cana-de-açúcar triturada em biodigestores abastecidos com dejetos de bovinos de corte confinados**. 2013. Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP- Câmpus de Botucatu para obtenção do título de Mestre em Agronomia Energia na Agricultura. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0896.pdf>>. Acesso em: 10 de jul. de 2014.

OMS/UNICEF (2014) **Progress on Drinking Water and Sanitation, 2014 update** [“Progresso relativamente a Água Potável e Saneamento, atualização de 2014”]. Disponível em: < www.who.int/water_sanitation_health/publications/2014/jmp-report/en/ > Acesso em 12 de dez. de 2014

OTÊNIO, Marcelo Henrique *et al.* **Cloração de Água para Propriedades Rurais**. EMBRAPA, 2010. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/gado-de-leite/busca-de-publicacoes/-/publicacao/875235/cloracao-de-agua-para-propriedades-rurais> >. Acesso em 20 de jun. de 2015.

PALHARES, Julio Cesar Pascale. **Quantidade e qualidade da água na produção de suínos. Simpósio Produção Animal e Recursos Hídricos**, p. 33, 2010. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_e1u76v6p.pdf#page=29> . Acesso em 05 de jan. de 2015.

PALHARES, Julio Cesar Pascale; GEBLER, Luciano. **Gestão ambiental na agropecuária**. v.2 Brasília, DF: Embrapa, 2014. 490p.

PALERMO, Giuseppe Cernicchiaro. **Emissões de gases de efeito estufa (GEE) e medidas mitigatórias da pecuária: potencialidades da intensificação e do confinamento do gado bovino de corte brasileiro**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: < http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/giuseppe_palermo.pdf >. Acesso em 21 de Julho de 2015.

PEREIRA, Renata Maria Vasconcelos; MEDEIROS, Rodrigo. **A aplicação dos instrumentos de gestão e do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos na Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ**, Brasil. 2009. Disponível em: < <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AV20120163944> >. Acesso em 24 de set. de 2015.

PICININ, Lídia Cristina Almeida. **Quantidade e qualidade da água na produção de bovinos de leite**. Simpósio Produção Animal e Recursos Hídricos, p. 33, 2010. Disponível em: < http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_e1u76v6p.pdf#page=29 >. Acesso em 05 de jan. de 2015.

PINTO, Lilian Vilela Andrade *et al* . **Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG**. Rev. Árvore, Viçosa , v. 29, n. 5, p. 775-793, out. 2005 . Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622005000500013&lng=pt&nrm=iso >. Acessos em 06 de ago. 2015.

PINTO, Lilian Vilela Andrade; ROMA, T. N.; BALIEIRO, KRC. **Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno**. Cerne, v. 18, n. 3, p. 495-505, 2012. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cerne/v18n3/a18v18n3.pdf>>. Acesso em 30 de jul. de 2015.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O. **Criação de bovinos de corte na região sudeste**. Criação de Bovinos de Corte na Região Sudeste, 2003. Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/producaocarne.htm> >. Acesso em 05 de jul. de 2015.

Prüss-Üstün A., R. Bos, F. Gore, and J. Bartram. (2008). **Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health**. World Health Organization, Geneva, 2008. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596435_eng.pdf >. Acesso em 10 de dez. de 2014.

RAGOSTA G, E. C.; ATWILL E.R.; WALKER M.; TICKTIN T.; ASQUITH A.; TATE K.W. **Causal connections between water quality and land use in a rural tropical island watershed**. Ecohealth, 7(1), pp. 105–113, 2010. Disponível em:<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2914289/>>. Acesso em 07 de dez. de 2014.

RAMOS, R. I.; TOSI, I. **Código Florestal: apreciação atualizada. Relatório da consultoria referente à apreciação atualizada do Código Florestal**. São Paulo: ABES, 2012. Disponível em: http://www.abes-sp.org.br/arquivos/atualizacao_codigo_florestal.pdf . Acesso em 27 de jul. de 2015

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água, tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 1998. In Fundação Nacional de Saúde. **3º Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública** / Fundação Nacional de Saúde. - Brasília: Funasa, 2013.

REY, L. **Bases da parasitologia médica**. 3ªed [Reimpr.]. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2014.

RESTLE, J. **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: UFSM, 2000, p. 277-303. In: ABREU, Cauê Freire de. **Confinamento de bovinos e suas técnicas para viabilidade da atividade pecuária**, 2013.

RIBEIRO, M. A. **Ecologizar: Pensando o Ambiente Humano**. Belo Horizonte: Rona, 1998.

RIO RURAL - **Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas**. Disponível em: <http://www.microbacias.rj.gov.br/microbacia_consulta.jsp?p_idMicrobacia=32> . Acesso em: 10 de jul. de 2014.

RODRIGUES, Geraldo Stachetti; CAMPANHOLA, Clayton. **Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 4, p. 445-451, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v38n4/a01v38n4.pdf> > . Acesso em: 29 de Janeiro de 2015.

RODRIGUES, Geraldo Stachetti; CAMPANHOLA, Clayton; KITAMURA, Paulo Choji. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 19, n. 3, p. 349-375, 2002. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8812>>. Acesso em 08 de jul. de 2015.

RODRIGUES, Geraldo Stachetti *et al.* **Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities**. Environmental Impact Assessment Review, v. 30, n. 4, p. 229-239, 2010. Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925509001267>>. Acesso em 20 de jul. de 2015.

RODRIGUES Geraldo Stachetti *et al.* **Avaliação de impacto de atividades em estabelecimentos familiares do novo rural**. - Jaguariúna : Embrapa Meio Ambiente, 2003. 46p. Disponível em: < <http://www.sifloresta.ufv.br/handle/123456789/3580>>. Acesso em 10 de jun. de 2015.

SACHS, I. **Desenvolvimento: Includente, Sustentável, Sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SANCHÉS, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental – Conceitos e Métodos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SCUDELARI, A. C.; FREIRE, L. C. S. **Determinação dos impactos ambientais na construção de um sistema hoteleiro nas falésias em Tibau do Sul–RN**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v. 9, n. 1, p. 39-43, 2005. Disponível em: <<http://siaiweb06.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/573> >. Acesso em 01 de maio de 2015.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO RIO DE JANEIRO. **Informação em Saúde. Indicadores de Saúde**, 2014. Disponível em: < <http://www.saude.rj.gov.br/informacao-em-saude/942-tabnet/indicadores-de-saude.html>>. Acesso em 01 de maio de 2015.

SIMPLÍCIO, Nathan de Castro Soares *et al.* **Avaliação da qualidade da água superficial em áreas de bovinocultura no cerrado**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19. Maceió, 2011. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2011. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/62959578617aa9f48dc9361f4f91265b_5db977b4763c1a6188c6d266d91fb07d.pdf>. Acesso em 07 de dez. de 2014.

SIWI. STOCKHOLM INTERNATIONAL WATER INSTITUTE . **Making water a part of economic development: The Economic Benefits of Improved Water Management and Services**, 2005. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/waterandmacroecon.pdf . Acesso em 27 de abr. de 2015.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 2005.

TESSARO, Amarildo Antonio; BIANCHINI, Adenilson; TESSARO, Alessandra Buss. **Diagnóstico ambiental de uma propriedade rural no município de nova prata do Iguaçu–PR**. Revista Técnico Científica, n. 2, 2014. Disponível em: < <http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/42> >. Acesso em 01 de maio de 2015.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed. 2012.

TRENNEPOHL, C. **Licenciamento Ambiental**. 5ª ed. Niterói: Impetus, 2013.

VANZELA, Luiz S.; HERNANDEZ, Fernando BT; FRANCO, Renato AM. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n1/v14n01a08.pdf> >. Acesso em 25 de Julho de 2015.

USDA/USEPA. **Unified National Strategy for Animal Feeding Operations**. Washington, March 9, 1999. Disponível em: < <http://www.epa.gov/npdes/pubs/finafost.pdf> >. Acesso em 20 de ago. de 2015.

VALENTI, W. C. **Aqüicultura sustentável**. In: Congresso de Zootecnia, Vila Real, Portugal, Proceedings of the Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, [Internet]. 2002. p. 111-18. Disponível em: <http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/artigos/valenti/CPIL_VALENTI_Aquicultura%20sustentavel.pdf >. Acesso em 25 de ago. de 2015.

WATHERN, P. **Environmental Impact Assessment: Theory and Practice**. London: Unwin Hyman, 1988. IN: SANCHÉS, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental – Conceitos e Métodos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

WEDEKIN, Valéria S. Peetz; BUENO, Carlos Roberto F.; AMARAL, Ana Maria P. **Análise econômica do confinamento de bovinos**. Informações econômicas, v. 24, n. 9, p. 123-131, 1994. Disponível em: < <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/tec2-0994.pdf> >. Acesso em 25 de Julho de 2015.

WESTMAN, W. E. **Ecology, Impact Assessment, and Environmental Planning**. New York: Wiley,1985. IN: SANCHÉS, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental – Conceitos e Métodos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

PAHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. **Guías para la calidad del agua potable**. Pan American Health Org, 1987. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf>. Acesso em 20 de ago. de 2015.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* **Guidelines for drinking water quality**. Eng. sanit. ambient, v. 16, n. 4, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522011000400002> . Acesso em 10 de Fevereiro de 2015.

9- APÊNDICES

Apêndice A - Questionário I – Saneamento e Utilização dos Recursos Naturais.

Questionário I – SANEAMENTO E UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS

PESQUISA NÚMERO _____

- () Imóvel fotografado e georreferenciado. Fotos _____.
- () Análise da infraestrutura e tipo de imóvel _____ (Passeio, Bar, Igreja, Moradores ausentes)
- () Responderam aos questionários

Localização do imóvel - Região _____

Coordenadas GPS _____ / W _____ Altitude _____ metros

(Latitude) (Longitude)

Esgotamento sanitário

- () Fossa séptica () Fossa rústica () No corpo hídrico () Ao redor de casa () Céu aberto

Distância do corpo hídrico _____ metros. OBS. _____

Abastecimento de água para consumo humano

- () Água tratada – responsável _____
- () Poço – distância de fossas () até 10m () até 20m () mais de 20m
- () Córrego, Valão (afluente) () Rio do Colégio () Outras _____
- () Nascente

Situação da nascente () Mata nativa () Pastagem () Desmatada () Cercada

Acesso ao gado – Sim () Não ()

Disposição final dos resíduos sólidos domésticos

- () Órgão público () Queima () Enterra () Joga em área aberta () Outra _____.

Atividades econômicas exercidas pela família:

- () **Agricultura** Produção _____ Área (ha) _____
- Produção _____ Área (ha) _____
- Produção _____ Área (ha) _____

Utiliza Adubo – Orgânico _____ Químico _____.

Defensivos S() N() _____ (Quais?).

Local mais próximo do curso hídrico _____ metros.

- () **Pecuária** Quantidade de animais _____ Área (ha) _____.

Sistema de produção () Extensivo () Plantio de forrageiras () Piquetes () Confinado

Outras técnicas _____.

Dessedentação () Em caixas () No corpo hídrico.

Local mais próximo dos animais em relação ao curso hídrico _____ metros.**() Suinocultura**

Sistema de produção () Confinado () Solto Outros _____.

Local mais próximo dos animais em relação ao curso hídrico _____ metros.

- () **Piscicultura** Quantidade produzida (Kg) _____ Tanque () maior que 16m³ () menor

Efluente () Corpo hídrico () No solo () Irrigação () Outro _____.

Espécies _____.

Outras atividades _____

Apêndice B - Questionário II – Saúde da população rural.

QUESTIONÁRIO II – SAÚDE DA POPULAÇÃO RURAL

Números de pessoas que moram na casa _____
 Quantas pessoas da família declararam apresentar ou já ter apresentado problemas gastrointestinais ? () _____

| | Ind. 1 | Ind. 2 | Ind. 3 | Ind. 4 | Ind. 5 | Ind. 6 | Ind. 7 | Ind. 8 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sexo | | | | | | | | |
| Idade | | | | | | | | |
| Doenças Relacionadas a um Saneamento Ambiental Inadequado – DRSAI | | | | | | | | |
| Hepatite A | | | | | | | | |
| Leptospirose | | | | | | | | |
| Verminoses * | | | | | | | | |
| Protozoonoses** | | | | | | | | |
| Cólica intestinal *** | | | | | | | | |
| Diarreia *** | | | | | | | | |
| Internação devido a quadros graves de infecção intestinal (S/N) e número de vezes (S1,S2,S3...) | | | | | | | | |
| Administração de vermífugos # | | | | | | | | |
| Doenças transmitidas por insetos | | | | | | | | |
| Dengue | | | | | | | | |
| Febre amarela | | | | | | | | |
| Filariose | | | | | | | | |
| Leishmaniose | | | | | | | | |
| Doença de Chagas | | | | | | | | |

* 1- Lombriga, 2-Solitária, 3- Oxiúros, 4- Amarelão 5- Outros _____

** 1 – Amebíase, 2 – Giardíase.

*** F - Frequente (duas ou mais vezes na semana), PF – Pouco Frequente (uma ou duas vezes no mês), R – Raro (uma vez no último bimestre), N- Não apresentou o sintoma nos últimos dois meses.

N – Não utilizou vermífugos no último ano; CP- Utilizou vermífugos com prescrição médica; SP - Utilizou vermífugos sem prescrição médica.

Outras doenças relatadas:

Com diagnóstico médico? S() N()

Apêndice C- Matriz de Impacto (continuação)

| CURSOS NATURAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | Uso de agrotóxicos próximo em até 10m do CH |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | Uso de agrotóxicos distante em mais de 10m CH |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | Não utilização |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | Uso de adubo químico próximo em até 10m do CH |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | Uso de adubo químico distante em mais de 10m CH |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | Uso de adubo orgânico |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | Ausência de mata ciliar preservada nas nascentes |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | Presença de mata ciliar preservada nas nascentes |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | SUBTOTAL |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3* | Frequente (Semanal) ou Pouco Frequente (Mensal) |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1* | Raro (Há mais de dois meses) |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | Não apresentou (Trimestre) |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3* | Diagnosticado com verminoses (Semestre) |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2* | Não usa vermífugos (há mais de 1 ano) e não realiza exames periódicos |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1* | Usa vermífugos sem prescrição médica - |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | Realiza exames periódicos e/ou usa vermífugos com |
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3* | Outras DRSAI |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | SUBTOTAL |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOTAL - Impacto por residência |

INDICADORES - SAÚDE

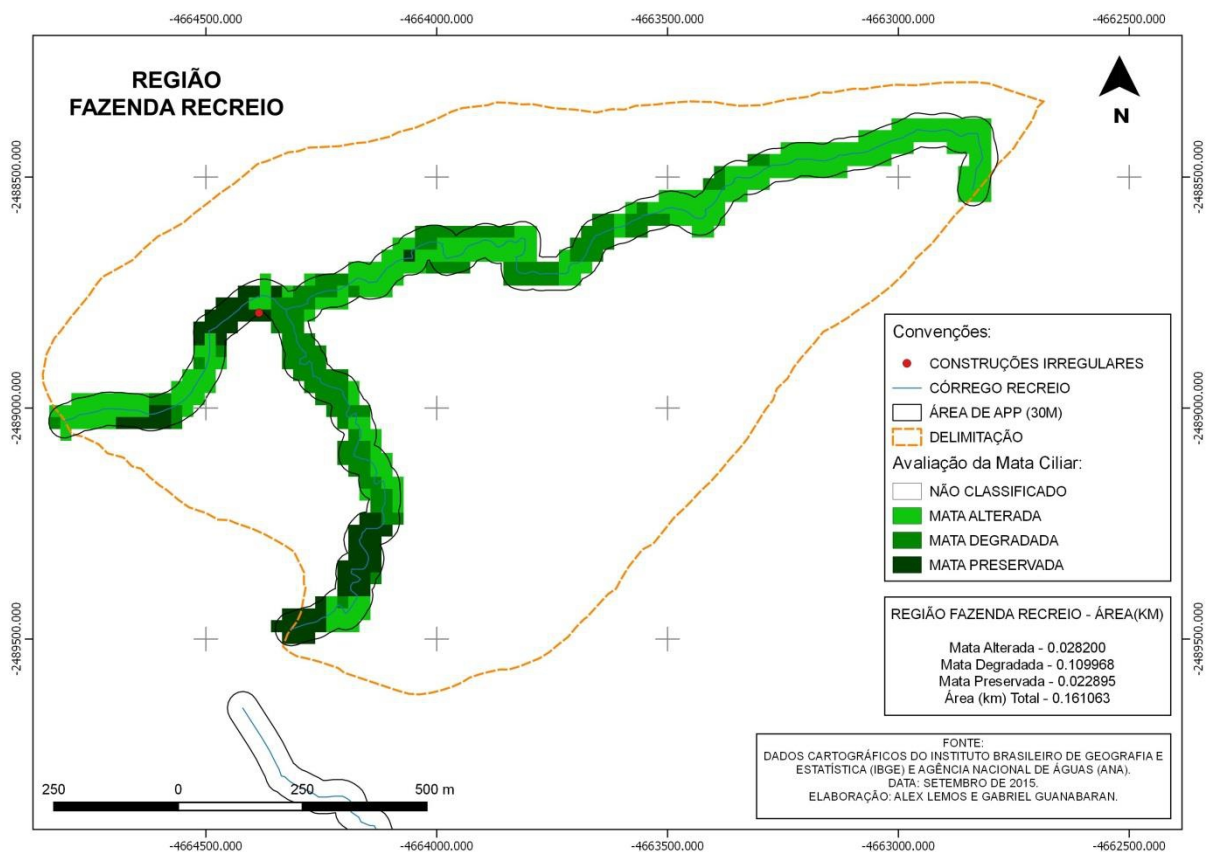
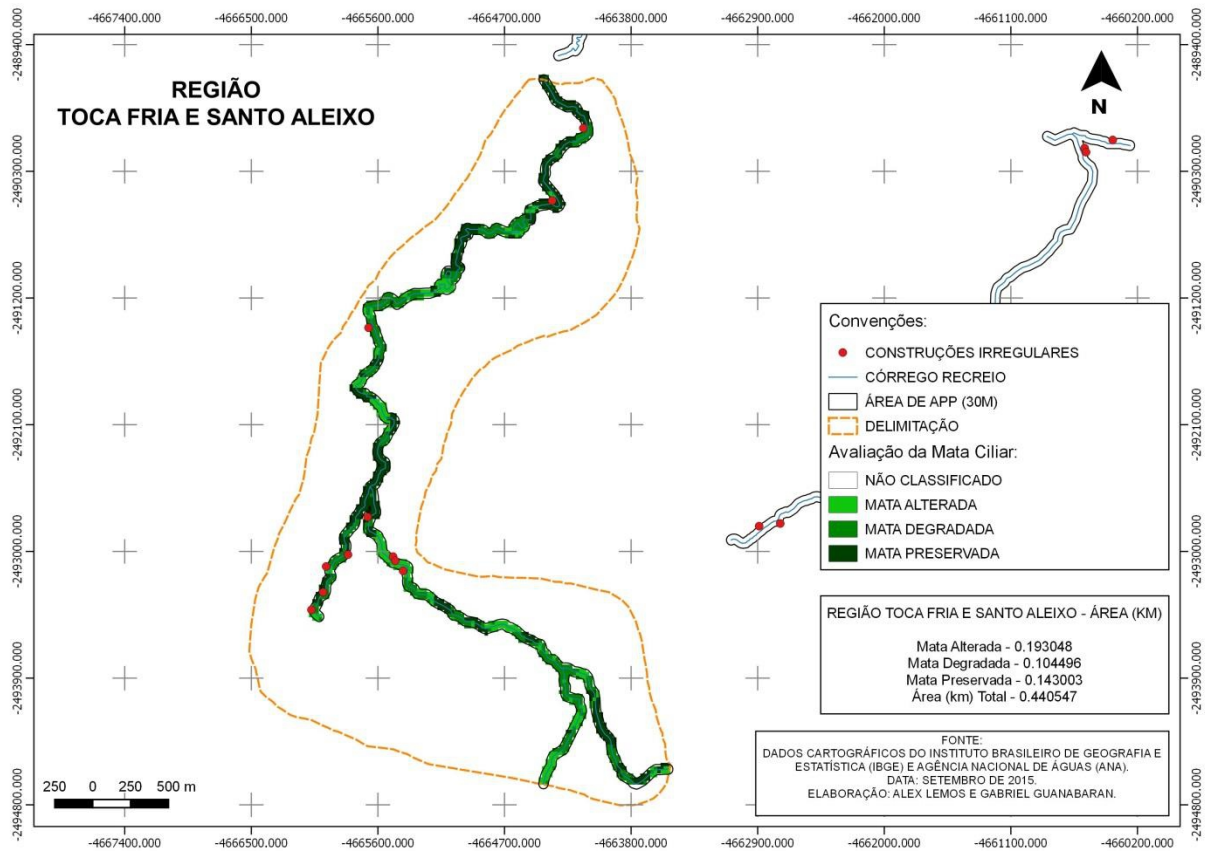
AGRICULTURA

VEGETAÇÃO

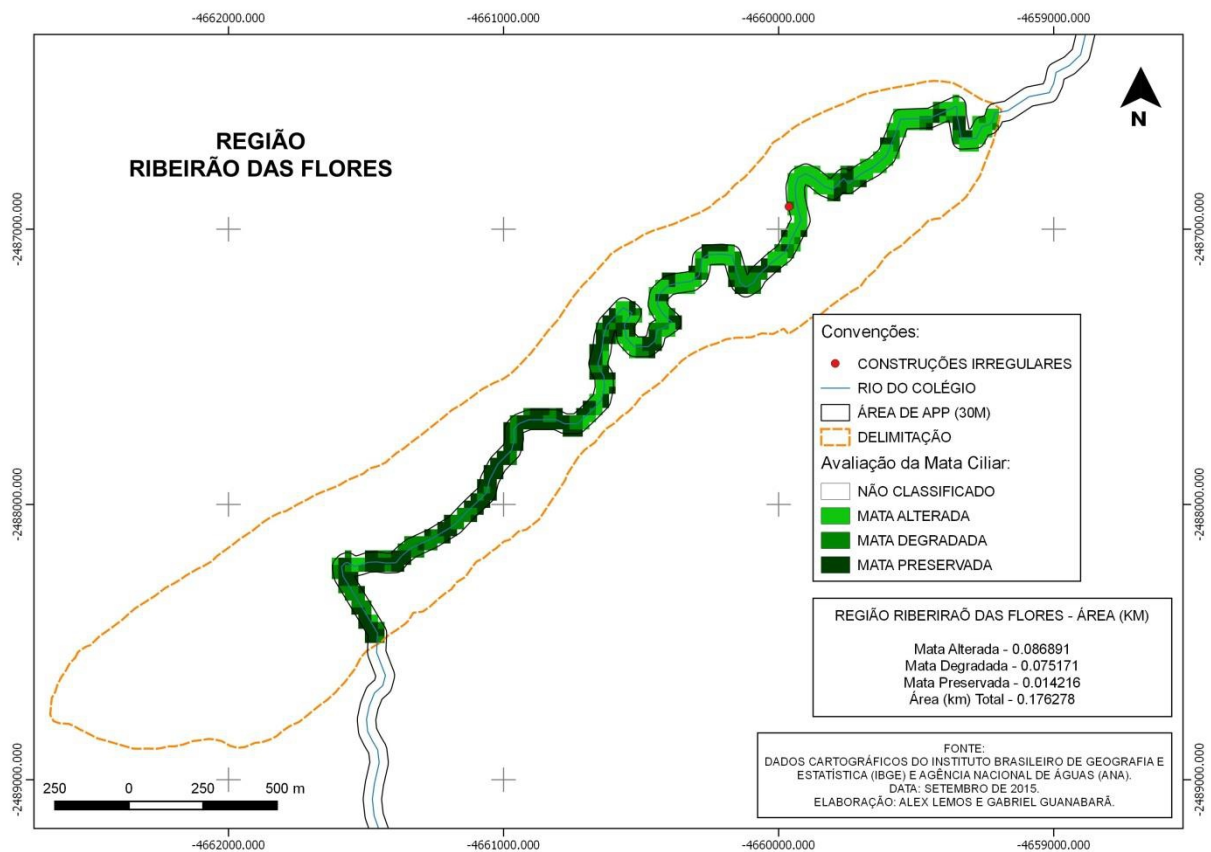
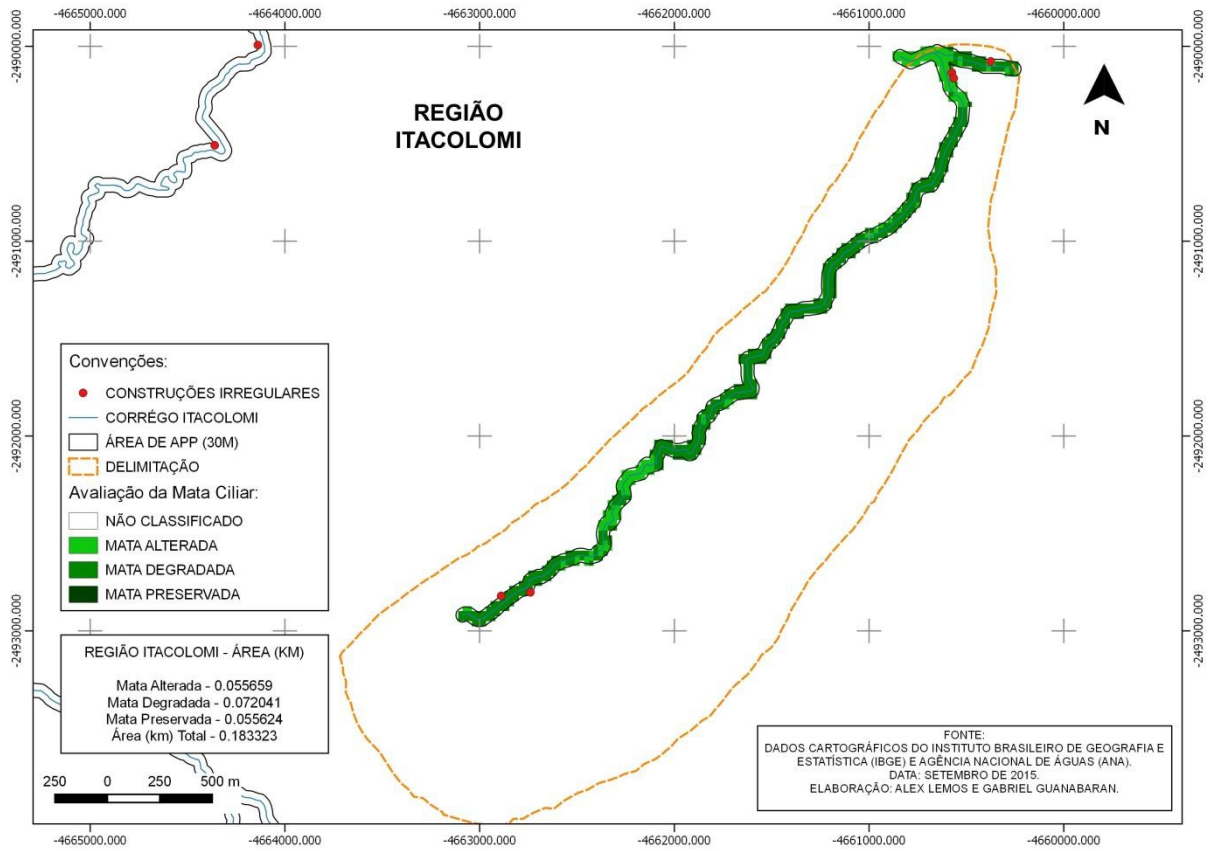
DIARREIAS

VERMINOSES/VERMÍFUGOS

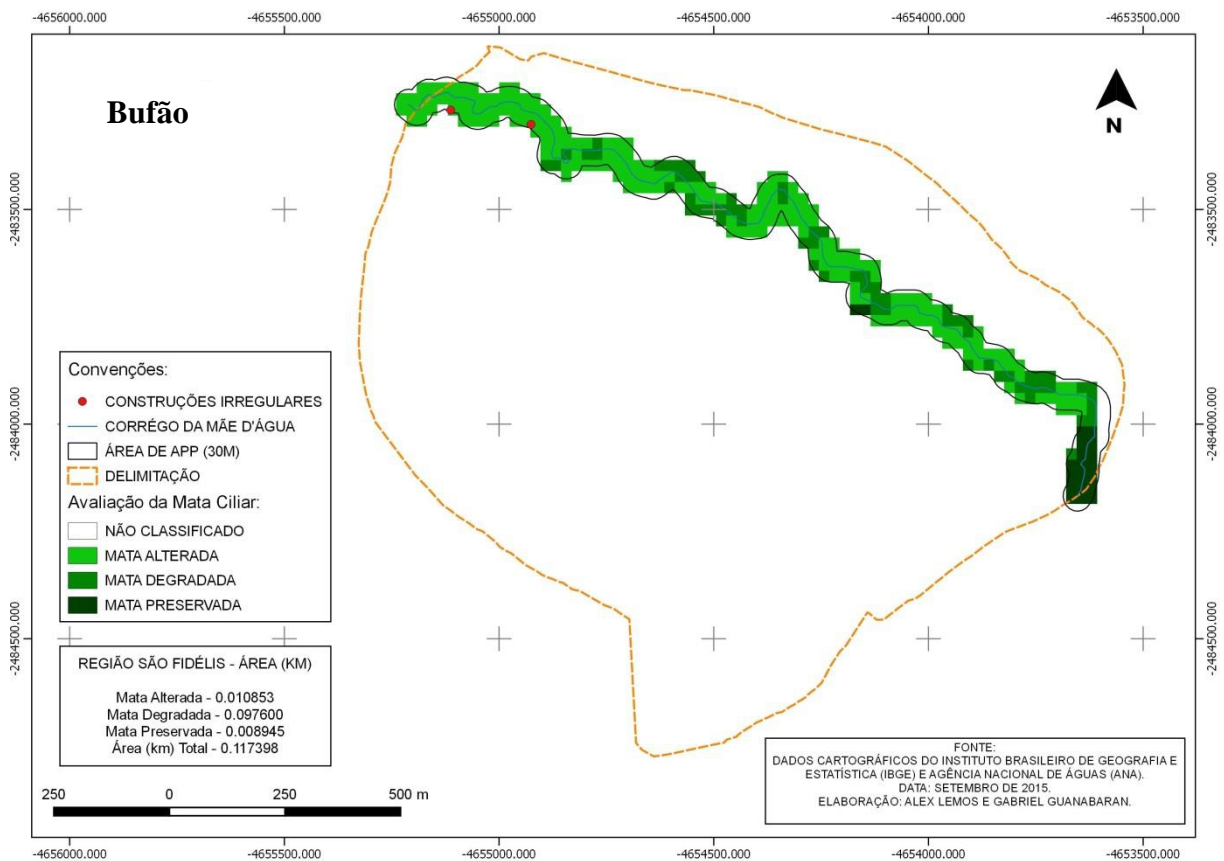
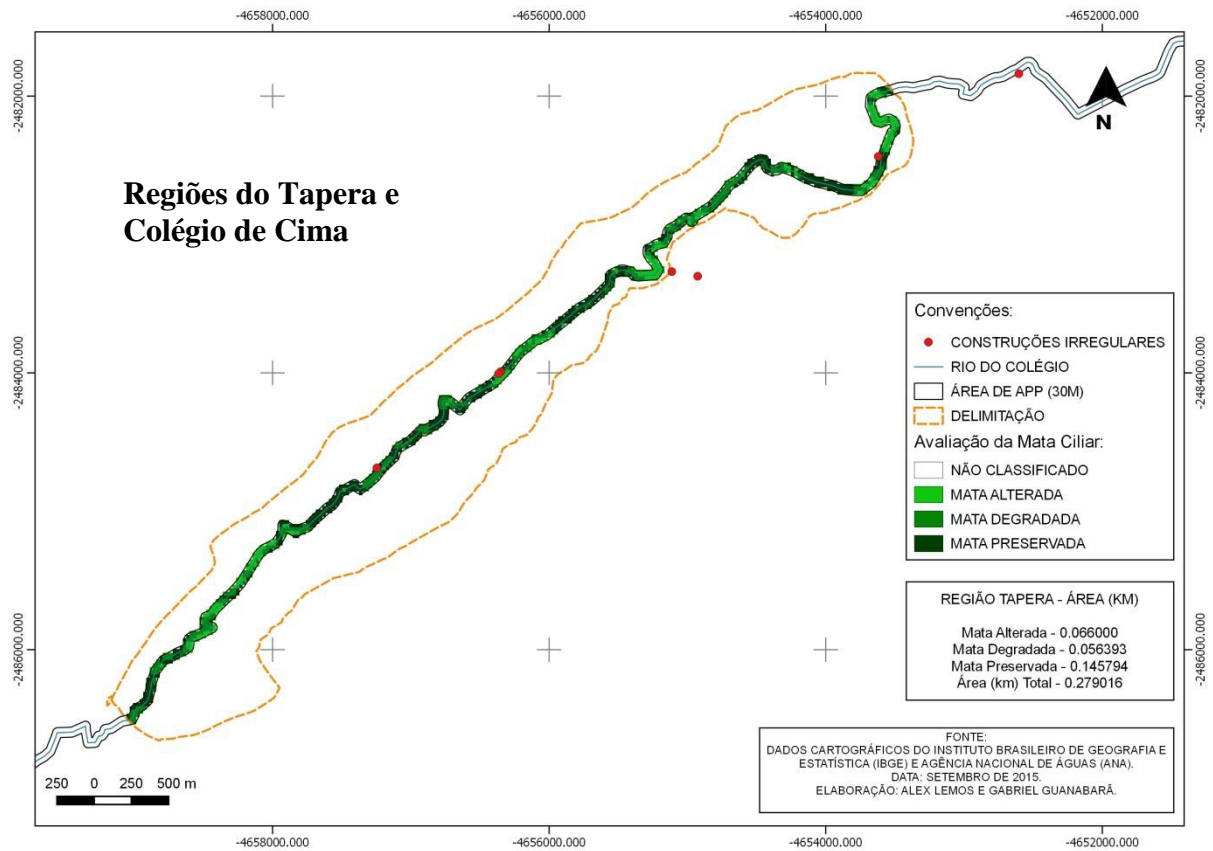
Apêndice G – Avaliação da vegetação ciliar das regiões de Toca Fria, Santo Aleixo e Fazenda Recreio.



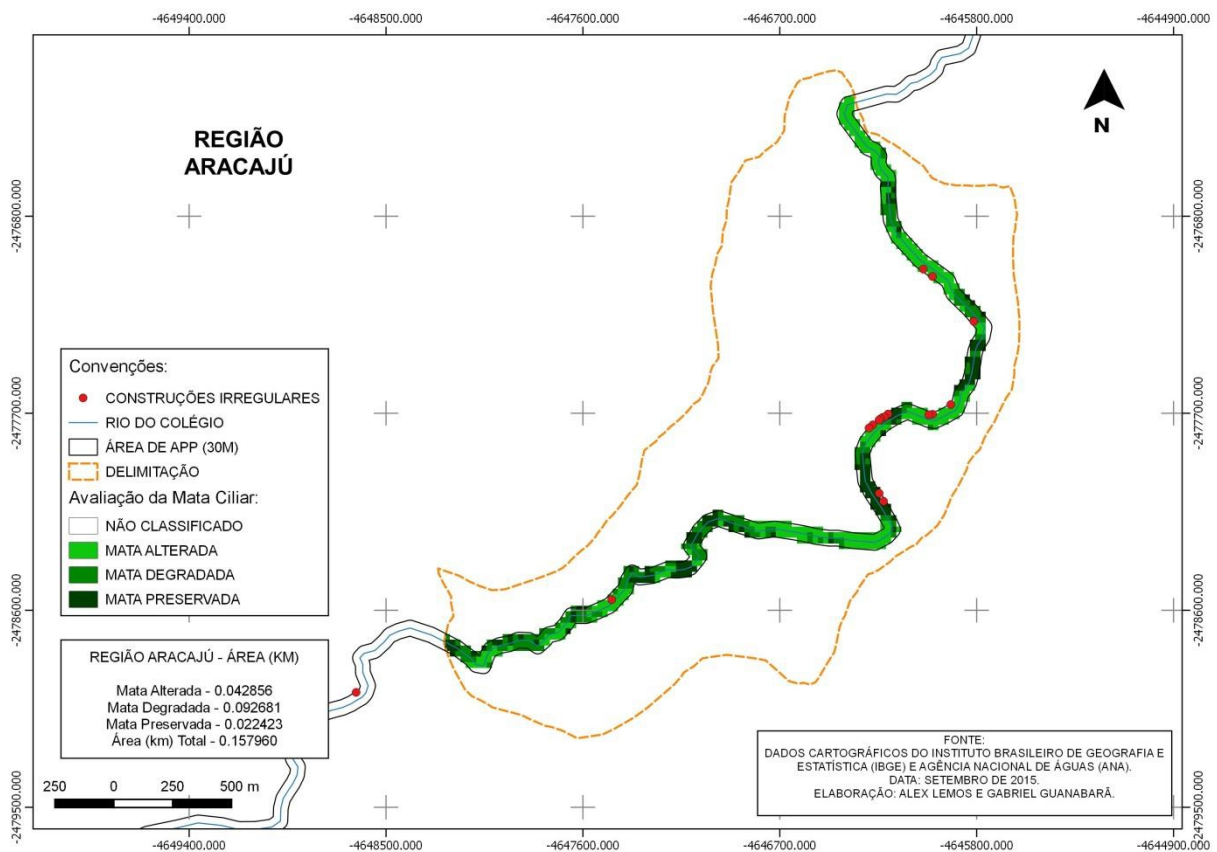
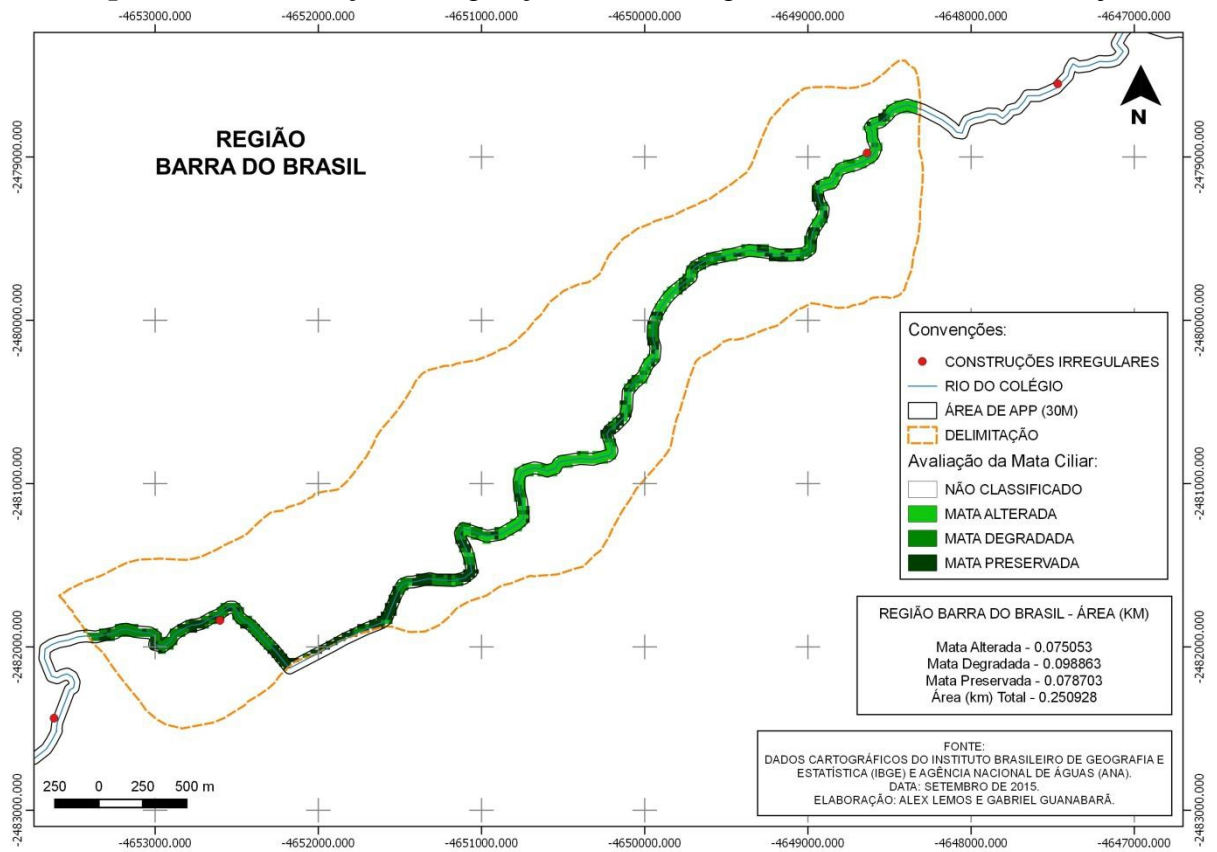
Apêndice H – Avaliação da vegetação ciliar das regiões do Itacolomi e Ribeirão das Flores.



Apêndice I – Avaliação da vegetação ciliar das regiões do Tapera, Colégio de Cima e Bufão.



Apêndice J– Avaliação da vegetação ciliar das regiões Barra do Brasil e Aracaju.



Apêndice K – Avaliação da vegetação ciliar da região do Rio do Colégio (parte alta e baixa).

