

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ARROIO
GRANDE, NOVA HARTZ, RS**

CRISTINE WEISSHEIMER

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIS ALBERTO BASSO

PORTO ALEGRE, DEZEMBRO DE 2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ARROIO
GRANDE, NOVA HARTZ, RS**

CRISTINE WEISSHEIMER

Orientador: Prof. Dr. Luis Alberto Basso

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Dirce Maria Antunes Suertegaray –
Departamento de Pós-Graduação em Geografia –UFRGS

Prof. Dr. Nelson Luiz Sambaqui Gruber
Departamento de Pós-Graduação em Geografia -UFRGS

Dr^a. Marta Elisabeth Valim Labres
Bióloga - Doutorado em Agronomia - UFRGS
FEPAM/SEMA-RS

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Geografia.**

PORTO ALEGRE, dezembro de 2007

Dedico essa monografia:

Ao meu pai Victor Hugo (*in memoriam*), um ser que viveu para ensinar a olhar para o melhor dos outros, acreditando na bondade e, acima de tudo, respeitando o outro como ele é,

À minha mãe Loiva, exemplo de coragem e persistência, de vontade e de fé, sempre apoiando minhas decisões,

À tia Rose, meu apoio emocional e material em todas as conquistas,

À Ani, amiga e companheira incansável, motivadora, conselheira e crítica,

E a todos os seres que tecem a teia da Vida e, bem por isso, tem direito igual a ela, independente de seus “níveis de consciência” ou de suas utilidades para nós, humanos...

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho é resultado do esforço e contribuição de muitas pessoas, que direta ou indiretamente tornaram possível o aprendizado não só acadêmico como pessoal.

A todas essas pessoas queremos agradecer a doação do tempo, paciência, sabedoria, material, conhecimento e amizade e de forma especial:

À Mariani da Silva, pelo auxílio fundamental na execução do trabalho, acompanhando-me nas coletas de dados em campo, nas entrevistas e na correção do texto;

À colega Rejane M. Valdameri, do setor de geoprocessamento da FEPAM, pelo auxílio na confecção dos mapas;

À colega Márcia Berreta, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, pelas sugestões e correções e, principalmente, por me passar a tranquilidade necessária para o enfrentamento dos imprevistos;

À amiga Dra. Carla Klein (CPRM/RS), pela acolhida em sua casa durante o acompanhamento das disciplinas e pelos bons conselhos;

À Diretora do Museu Histórico de Nova Hartz, Vânia Inês Ávila Priamo, pelo empréstimo de material de pesquisa histórica;

Aos moradores entrevistados, que tão docemente nos receberam;

Ao Heleno Quevedo de Lima, da UERGS, pelo auxílio na coleta de dados;

Ao Dr. Sigurd Gernot Schinke, tradutor público e intérprete, pelas versões do resumo nos idiomas inglês e alemão;

Aos professores e colegas do curso de Pós-Graduação em Geografia, com os quais aprendi novas abordagens no tratamento das questões sócio-ambientais;

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS, pela oportunidade de desenvolver um trabalho em área diversa da graduação em Biologia, o que muito tem contribuído em minha atuação profissional;

Ao Prof. Dr. Luis Alberto Basso, que além de excelente profissional, sabe motivar e corrigir as lacunas em nosso aprendizado, mostrando de maneira objetiva e clara, as formas mais corretas da produção acadêmica;

E, finalmente, agradeço a Deus por tanta generosidade, por ter colocado em minha vida pessoas especiais que muito me ensinam, como meus mestres, amigos e familiares.

"Experiência não é a soma das coisas
que nos acontecem: é a maneira
pela qual reagimos a essas coisas"

Aldous Huxley

RESUMO

O presente estudo foi realizado no município de Nova Hartz, localizado a nordeste da encosta do planalto médio, na região metropolitana de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul. Objetivou-se diagnosticar a situação atual da degradação ambiental do arroio Grande, através da descrição e mapeamento de indicadores naturais e antrópicos. A área pesquisada abrange parte da sub-bacia do arroio Grande, pertencente à bacia hidrográfica do rio dos Sinos. Acrescentou-se aos levantamentos físicos, uma pesquisa junto aos moradores antigos com o objetivo de reconstruir o cenário sócio-ambiental desde meados do século XX até os dias atuais. A recuperação da cobertura vegetal nas encostas de morros devido ao abandono das atividades agrícolas, como aspecto positivo e a degradação dos recursos hídricos como aspecto negativo, foram constatados, descritos e analisados na presente pesquisa. Constatou-se que, apesar da intervenção humana estar causando alterações no equilíbrio dinâmico dos ecossistemas, a área apresenta fatores naturais que contribuem para sua fragilidade, gerando degradações cujos processos são acelerados e acentuados pelas atividades humanas inadequadas sobre esses ambientes frágeis. Os indicadores de degradação de origem natural, como erosões, solapamento das margens e assoreamento dos cursos de água, estão mais presentes nas áreas rurais. Indicadores de degradação de origem antrópica, como ausência de mata ciliar e despejo de efluentes domésticos e industriais, se fizeram presentes de forma mais acentuada nas áreas urbanizadas. Os resultados das análises de alguns parâmetros indicadores da qualidade das águas do arroio Grande mostraram uma significativa diminuição da qualidade das águas na área urbana e a jusante dela. Algumas sugestões foram somadas ao presente trabalho, no intuito de possibilitar ações que possam minimizar os impactos dos indicadores mapeados e evitar futuros problemas já ocorridos em outras cidades com características semelhantes à Nova Hartz.

Palavras-chaves:

Degradação ambiental. Indicadores. sub-bacia hidrográfica. percepção ambiental. intervenção antrópica. urbanização.

ABSTRACT

The present study was carried out in the county (municipality) of Nova Hartz, localized to the northeast of the slope of the medium highlands, in the metropolitan region of Porto Alegre, capital of Rio Grande do Sul. Our goal was to diagnose the real situation of the environmental degradation of the rivulet Arroio Grande, through the description and the mapping of natural and antropic indicators. The area under survey includes part of the sub-basin of Arroio Grande, belonging to the hydrographic basin of the river Rio dos Sinos. To the physical data we added a survey with the older dwellers aiming at reconstructing the socio-environmental scenario since the middle of the 20th century till our days. The recovery of the vegetal cover on the mountain slopes due to the abandonment of agricultural activities, as a positive aspect and the degradation of the hydric resources as a negative aspect, were verified, described and analyzed through the perception of old dwellers of the place. It was verified that, in spite of the human intervention bringing about alterations on the dynamic balance of the ecosystems, the area presents natural factors contributing to its fragility, bringing about degradations whose processes are accelerated and accentuated by inadequate human activities on these fragile environments. These degradation indicators of natural origin, like erosion, underwash of brook banks and the silting up of water courses, are more present in rural areas. Degradation indicators like the absence of ciliary woods and the inflow of domestic and industrial wastewaters are much more accentuated in urbanized areas. Some suggestions were added to the present paper with the intent of allowing actions which might minimize the impact of the mapped indicators and help avoid future problems as have already happened in other towns with characteristics similar to Nova Hartz's.

Key words

Environmental degradation. Indicators. Hydrographic sub-basin. Environmental perception. Antropic intervention. Urbanization.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Untersuchung hat in der Nordosten Hoch-ebene Stadt Nova Hartz, spielend in der erzbischöflichen Region Porto Alegre – Hauptstadte des Bundesland Rio Grande do Sul- stattgefunden . Das Ziel wurde die aktuelle Situation der umweltliche Verwitterung des Bach Arroio Grande durch Beschreibung und Übersicht des naturelles Zeiger zu erkennen. Das untersuchte Gelände fasst Teil des Arroio Grande Unterbecken um, das zum Bewässerungsbecken des Rio dos Sinos gehört. Zur physichen Daten nahm man eine Forschung bei ehemaliger Einwohner zu, um die soziale und umweltliche Landschaft von mitte des XX Jahrhundert bis heutzutage zu bilden. Die Wiederaufbau des pflanzliche Decke in dem Hang den Bergen wegen der Verzicht auf landwirtschaftliche Arbeit, als positiv gesehen und die Verwitterung des Wasserstoffreserven, als negative Ansicht, wurden in dieser Forschung festgestellt, beschreibt und analysiert. Wurde nachgeprüft, dass, trotz der menschliche Intervention, die die Änderung in dynamischen Gleichgewicht des ökologisches System verursacht, das Gelände naturelle Faktoren zeigt, die zu seiner Schwäche beitragen, und dass, das Verwitterungen zeugt. Diese Verwitterungen sind durch die menschliche unangemessene Akten über diese schwacheUmwelt schneller und verstärkt. Die Zeigen von naturelren Verwitterungen, so wie Erosion, Auswaschung des Flussufer und Versandung den Wasserlaufen, kommen im ländlichen Gegend am meistens vor. Andere Zeigen Verwitterungen, wie Fehlen von wimperlichem Wald und Entleerung häuslichen und industriellen Abfall, kommen stärker im städtischen Gegend vor. Einige Vorschläge stehen in dieser Arbeit, in der Absicht neue Handlungen, die der Aufschlag den Zeigen minimizieren, zu ermöglichen, und so, zukunftliche Problemen, die in anderen Städten mit ähnlichen Kennzeichen als Nova Hartz vorkommen, zu verhindern.

Schlüssel-Wörter:

Ökologische Verwitterung. Zeigen. Bewässerung-unterbecken.

Umweltliche Wahrnehmung. Menschliche Intervention. Urbanisierung.

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1 - Representação de uma bacia hidrográfica dividida em sub-bacias	24
Figura 2 - Representação da zona ripária de um rio	32
Figura 3 - Biota de rio natural.....	35
Figura 4 - Biota de rio retificado	35
Figura 5 - Mapa de localização geográfica do estado do Rio Grande do Sul no Brasil e na América do Sul	45
Figura 6 - Mapa da situação geográfica da bacia hidrográfica do rio dos Sinos na região hidrográfica do Guaíba	46
Figura 7 - Mapa da situação geográfica do município de Nova Hartz na RMPA .	47
Figura 8 - Mapa da localização geográfica da área estudada na bacia hidrográfica do rio dos Sinos	48
Figura 9 - Mapa da sub-bacia do arroio Grande e seus principais arroios tributários	49
Figura 10 - O arroio Grande no município de Nova Hartz.....	50
Figura 11 – Imagem de satélite SPOT 2002 - Nova Hartz	50
Figura 12 - Mapa altimétrico do município de Nova Hartz	54
Figura 13 - Mapa das unidades geológicas na sub-bacia do arroio Grande segundo Projeto RADAM/BRASIL	55
Figura 14 - Perfil geológico em corte da bacia hidrográfica do rio dos Sinos	56
Figura 15 - Mapa das formações geológicas do município de Nova Hartz segundo METROPLAN/CPRM	57
Figura 16 - Províncias ambientais que compõem a biota da bacia hidrográfica do rio dos Sinos	63
Figura 17 - Foto da referência do mapa de 1870	74
Figura 18 - Foto de parte do mapa de 1870	75
Figura 19 - Os morros ocupados por plantações em 1930	76
Figura 20 - Recuperação da vegetação nos morros, década de 1970	77
Figura 21 - Cenas da inundação e deslizamento de terra ocorridos em 1992	82

Figura 22 - Localização do cemitério às margens do arroio Grande	86
Figura 23 - Representação da atividade econômica principal em meados do século XX na área estudada	97
Figura 24 - Desenho esquemático de uma atafona	98
Figura 25 - Mapa de declividades da sub-bacia do arroio Grande	110
Figura 26 - Mapa de declividades segundo a legislação	111
Figura 27 - Área de mineração sem licenciamento ambiental	127
Figura 28 - Traçado antigo do leito do arroio Grande (em preto) e traçado atual após a retificação (em azul)	134
Figura 29 - Classificação dos arroios segundo um índice de qualidade ambiental	135
Figura 30 - Localização dos pontos de coleta de água em foto satélite	140
Figura 31 – Mapa: ausência de mata ciliar	155
Figura 32 – Mapa: solapamento das margens	156
Figura 33 – Mapa: despejo de efluentes	157
Figura 34 – Mapa: deposição de resíduos sólidos	158
Figura 35 – Mapa: localização das barragens e pontos de coleta de água	
Figura 36 – Mapa Geral dos Indicadores de Degradação Ambiental	160

LISTA DE FOTOGRAFIAS:

Fotografia 1 - Nevoeiros freqüentes na sub-bacia do arroio Grande	53
Fotografia 2 - Cascata no arroio da Bica	58
Fotografia 3 - Detalhe do basalto sobre o Botucatu	58
Fotografia 4 - Cascata no arroio Grande sobre basalto	60
Fotografia 5 – Cascata no arroio Grande sobre Botucatu	60
Fotografia 6 - "Rumbolposs": área de banho no arroio Grande	60
Fotografia 7 - Morro da Canoa como unidade geomorfológica: morro testemunho.....	60
Fotografia 8 - Poço cavado em Arroio da Bica	62
Fotografia 9 - Captação de água de nascente no arroio Grande	62
Fotografia 10 – Espécies vegetais típicas de Floresta Aluvial	65
Fotografia 11 - Morros cobertos, em parte, pela Floresta Estacional Semidecidual	66
Fotografia 12 - Desmatamento: encosta de morro em área urbana	67
Fotografia 13 - Desmatamento: clareira na encosta de morro em área rural.....	67
Fotografia 14 - Florestamento: plantação de acácia	68
Fotografia 15 - Armadilha para capturar tatu	70
Fotografia 16 - “Cicatrices” deixadas pelo deslizamento de terra em 1992	83
Fotografia 17 - Mineração sem licenciamento ambiental	84
Fotografia 18 - Assoreamento no leito do arroio Fuzil	84
Fotografia 19 - Residências instaladas em área de risco	85
Fotografia 20 - Risco de contaminação: cemitério em APP	86
Fotografia 21 - Atafona de Luis Henckel em 1925	99
Fotografia 22 - Atafona de Afonso V. Henckel em 2007	100

Fotografia 23 - Atafona de Rudi Brunner em 2007	100
Fotografia 24 - Enchente no arroio Fuzil em 1943	102
Fotografia 25 - Passeio de moças no arroio da Bica em 1930	105
Fotografia 26 - Balneário “rumbolposs” em 1950	105
Fotografia 27 - Comparação entre dois momentos diferentes da vazão no arroio: em dias de chuva e em situação normal	108
Fotografia 28 - Aspecto da vazão do arroio Fuzil em época chuvosa: fevereiro ..	113
Fotografia 29 - O mesmo local, em setembro, com mais de 20 dias sem precipitação pluviométrica	113
Fotografia 30 - Sulcos e ravinas em área declivosa	117
Fotografia 31 - Desmatamento das encostas	117
Fotografia 33 - Solapamento da margem do arroio Grande a jusante da área urbana	119
Fotografia 34 - Exemplo de solapamento das margens do arroio Grande	120
Fotografia 35 – Estrada à margem do arroio Grande	121
Fotografia 36 - Aspectos do assoreamento do arroio Fuzil	121
Fotografia 37 - Área de banho “rumbolposs” em 1950	122
Fotografia 38 - Área de banho “rumbolposs” nos dias atuais	122
Fotografia 39 - Arroio Fuzil “espremido” entre construções urbanas	123
Fotografia 40 - Cultivo ocupando as margens do arroio da Bica	123
Fotografia 41 - Esgoto doméstico sendo lançado diretamente no arroio Grande ..	125
Fotografia 42 - Ocupação urbana em APP com despejo de efluentes residenciais	125
Fotografia 43 - Despejo de efluente industrial no arroio Grande	126
Fotografia 44 - Chorume em estrada vicinal – área rural	129
Fotografia 45 - Aparas de couro nas margens de arroio assoreado	129
Fotografia 46 - Antigo lixão de Nova Hartz sobre Botucatu	130

Fotografia 47 - Aparas de couro e restos de construção encontradas às margens .	131
Fotografia 48 - Resíduos sólidos industriais à margem do arroio Grande	132
Fotografia 49 - Barragem dos Pilger no arroio Grande	133
Fotografia 50 - Ruínas da barragem dos Schönardie no arroio Grande	133

LISTA DOS GRÁFICOS:

Gráfico 1 – Evolução urbana de Nova Hartz	79
Gráfico 2 – Faixa etária dos entrevistados	92
Gráfico 3 – Proporção entre homens e mulheres entrevistados.....	93
Gráfico 4 – Tempo de existência da moradia dos entrevistados	94
Gráfico 5 - Percepção do volume de água no arroio Grande em épocas passadas em comparação com a época atual	95
Gráfico 6 - Percepção quanto à importância (funções) do arroio Grande	95

LISTA DOS QUADROS:

Quadro 1 - Fatores naturais e antrópicos causadores do processo erosivo	28
Quadro 2 - O uso do solo e sua interferência na qualidade dos recursos hídricos .	42
Quadro 3 - Utilização dos arroios para escoamento de resíduos: conseqüências....	43
Quadro 4 - Totais Mensais e Médias Anuais da Pluviosidade registradas na Estação Pluviométrica de Araricá entre 1962 e 1995	52
Quadro 5 - Crescimento populacional e migrações: comparativo entre os cinco Municípios com maiores índices de migrações na região	72
Quadro 6 - Produção agrícola do município de Nova Hartz, referente ao ano de 2001	73
Quadro 7 - Proporção de moradores por tipo de abastecimento de água nos anos De 1991 e 2000	74
Quadro 8 - Classes de declividades conforme inclinação do terreno	109
Quadro 9 - Pesos relativos dos parâmetros adotados pela Fepam e Comitesinos.	139
Quadro 10 - Faixas de IQA e classificação da qualidade das águas (conceito) e cores	140
Quadro 11 – Metodologias usadas em laboratório para análise das águas	140
Quadro 12 – Resultados do cálculo do IQA para as águas do arroio Grande nos pontos de coleta	148
Quadro 13 - Resultados das análises das águas superficiais nos pontos de coleta	152

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Objetivos	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO	
2.1 Referencial teórico e conceitual	21
2.1.1 A pluviosidade e sua influência sobre a erosão	26
2.1.2 A erosão, o solapamento das margens e o assoreamento	27
2.1.3 As matas ciliares	30
2.1.4 A urbanização e suas conseqüências	33
2.1.5 O uso do solo em áreas rurais	36
2.1.6 As áreas de preservação permanente (APPs)	37
2.1.7 A qualidade das águas	39
2.2 Procedimentos metodológicos e operacionais	
2.2.1 Levantamento bibliográfico	43
2.2.2 Coleta de dados em campo	43
2.2.3 Técnicas de geoprocessamento	44
2.2.4 Entrevistas com moradores	44
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: aspectos físicos e sócio-ambientais	
3.1 Situação e localização geográfica	45
3.2 Caracterização do meio físico e biótico	
3.2.1 Aspectos climáticos	
3.2.2 Geologia, formas de relevo e tipos de solos	53
3.2.3 Águas superficiais e subterrâneas	61
3.2.4 Biota: vegetação e fauna	63
3.3 Aspectos sócio-ambientais do município de Nova Hartz	
3.3.1 População e aspectos sócio-econômicos	71
3.3.2 O processo de ocupação humana	73
3.3.3 Principais problemas sócio-ambientais.....	80

4 RECONSTRUÇÃO DO CENÁRIO SÓCIO-AMBIENTAL	
4.1 Metodologia	91
4.2 Resultados	94
4.3 Reconstrução do cenário sócio-ambiental através do relato de Moradores antigos	96
5 DESCRIÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS INDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ARROIO GRANDE	
5.1 Fatores naturais favoráveis à erosão	108
5.2 Fatores antrópicos aceleradores da degradação ambiental	115
5.2.1 Ausência de mata ciliar e desmatamento de encostas	115
5.2.2 Solapamento das margens e assoreamento	118
5.2.3 despejo de efluentes	123
5.2.4 Deposição de resíduos sólidos (lixo)	128
5.2.5 Barragens e retificações do leito	132
5.3 A qualidade das águas do arroio Grande	135
5.3.1 Índice da Qualidade da Água (IQA)	137
5.3.1.1 Metodologia	138
5.3.1.2 Descrição dos parâmetros de qualidade utilizados	141
5.3.1.3 Resultados	148
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	
6.1 Considerações finais	161
6.2 Sugestões	162
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167

INTRODUÇÃO

Ross (1993) nos lembra que “os diferentes ambientes naturais encontrados na superfície da terra que são decorrentes das diferentes relações de troca de energia e matéria entre os componentes, são denominados *ecossistemas*, na concepção da *teoria dos sistemas*”. Analisado sob o prisma da *teoria dos sistemas*, Tricart (1977) defende que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações em *equilíbrio dinâmico*. No entanto, esse equilíbrio é frequentemente alterado pelas intervenções humanas nos diversos componentes desse intrincado sistema.

Sabe-se hoje, após inúmeros estudos, que um ecossistema torna-se degradado quando perde sua capacidade de recuperação natural após alguma interferência em seu natural equilíbrio, ou seja, perde sua resiliência. É necessário termos a noção dos limites de tolerância dos componentes naturais para estabelecer os limites das interferências dos seres humanos nos ecossistemas. Os habitats alterados pelas atividades humanas são mais vulneráveis à ação e proliferação, por exemplo, de agentes patogênicos, pois com a diminuição da biodiversidade local, a colonização de um novo patógeno é facilitada, pois ela encontra menos competição com as poucas espécies nativas existentes. É o ser humano sofrendo as conseqüências de suas próprias intervenções no equilíbrio dinâmico do meio natural.

Assim, o ser humano não deve ser tratado como um elemento estranho na natureza e nos ecossistemas, mesmo porque ele é parte fundamental na dinâmica representada pelos fluxos energéticos que compõem o sistema como um todo. Infelizmente, sua interferência tem induzido graves processos degenerativos da qualidade dos ambientes naturais e da própria sociedade humana, porquanto degradação ambiental está diretamente ligada à miséria e diferenças sociais. Em inúmeros exemplos apreendemos que os vínculos entre desenvolvimento econômico, condições ambientais e saúde são muito estreitos. E são exatamente nas regiões onde a intervenção humana se faz de forma mais inadequada que a degradação ambiental

acarreta uma diminuição na qualidade da saúde da população. Como exemplo, podemos citar as periferias pobres das cidades.

A inserção do elemento humano na análise do contexto físico está presente no pensamento geográfico denominado *Geografia Socioambiental*. Com sua abordagem holística, interdisciplinar e sistêmica, a geografia socioambiental transcende a desgastada dicotomia entre geografia física e geografia humana, “pois concebe a unidade do conhecimento geográfico como resultante da interação entre os diferentes elementos e fatores que compõem seu objeto de estudo” (MENDONÇA, 2001). Neste contexto, a noção de *meio ambiente* não recobre somente a natureza (fauna e flora) e sim as relações de interdependência que existem entre o homem, as sociedades e os componentes físicos, químicos, bióticos do meio, integrando seus aspectos econômicos, sociais e culturais.

Passadas três décadas da Conferência de Estocolmo, que disseminou a mensagem urgente preservacionista, o desafio continua sendo o de conciliar as necessidades humanas com a conservação dos recursos naturais do planeta (o que, em nosso entender, também é necessário para sobrevivência da espécie humana).

O presente trabalho foi estruturado a partir da observação inicialmente empírica de situações de conflito entre sociedade humana e ambiente natural no município de Nova Hartz, na região metropolitana de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul. A partir destas observações, partiu-se para a aplicação de metodologia científica com objetivo de constatar, registrar, descrever, analisar e mapear dados sobre os indicadores de degradação ambiental de um trecho do arroio Grande que reflete a situação de parte da sub-bacia hidrográfica desse arroio. Buscou-se o resgate do saber popular por meio de entrevistas e aplicação de questionário que resultou na reconstrução do cenário ambiental através da percepção de moradores antigos do local. Na soma de dados científicos e dados obtidos na experiência das pessoas objetivou-se, além do diagnóstico da situação atual, a busca de soluções para os problemas encontrados.

O tema da presente dissertação é a degradação ambiental no arroio Grande, no município de Nova Hartz. Sabidamente, a qualidade das águas em uma bacia hidrográfica depende da qualidade das águas das suas sub-bacias. Da mesma forma, um arroio recebe influência da qualidade das águas e dos usos realizados em seus tributários. Portanto, para obter resultados mais precisos foi necessário analisar não só a degradação que afeta diretamente o arroio principal, como também a parte da sub-bacia na qual se insere o trecho estudado do arroio Grande.

1.1 Objetivos

O objetivo geral da presente pesquisa é diagnosticar a situação sócio-ambiental de parte da sub-bacia hidrográfica do arroio Grande através da descrição, análise e mapeamento dos indicadores de degradação ambiental do trecho médio do arroio Grande, município de Nova Hartz, RS.

Como objetivos específicos temos:

- Caracterizar a área de estudo em termos físicos e sócio-ambientais, com análise do processo de ocupação humana;
- Resgatar o processo de transformação do cenário ambiental através do saber e percepção dos moradores antigos do local;
- Cartografar os indicadores de degradação ambiental constatados no trecho estudado do arroio Grande;
- Estabelecer um Índice de Qualidade Ambiental (IQA) das águas de um trecho do arroio Grande e o enquadramento desse trecho em classes de uso conforme resolução CONAMA n° 357/2005;
- Sugerir ações recuperadoras e conservacionistas dos recursos naturais da área em estudo.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

2.1 – Referencial Teórico e Conceitual

O presente trabalho aborda conceitos e temas diversos, alguns bastante complexos, que interagem na caracterização ambiental de uma área com ocupação humana.

Conceitos e temas, como: diagnóstico ambiental, bacia hidrográfica, degradação ambiental, qualidade das águas, percepção ambiental, desmatamento, erosão, podem ser analisados a partir de uma perspectiva integrada entre as diferentes disciplinas que tratam de cada uma dessas questões.

Guerra e Albuquerque (2003) destacam a importância do enfoque interdisciplinar, característico das ciências que compõem a Geografia Física, como a Geomorfologia, que tratará do risco erosivo identificado na área; a Climatologia, que identificará as alterações micro climáticas locais; a Biogeografia e a Ecologia, que poderão identificar o potencial biótico e as alterações sobre as biotas e a Cartografia que auxiliará no mapeamento da área.

Apesar da complexidade da Geografia Física, para atingir os objetivos que a presente pesquisa propõe, acredita-se que a Geografia Humana e sua metodologia de pesquisa completa essa visão sistêmica, inserindo o fator humano como variável inerente aos processos de transformação do ambiente. Nenhuma outra espécie interage com o ambiente de forma tão intensa quanto a humana. A própria concepção de ambiente modificou-se bastante no século XX assim como a Geografia e outras ciências que concebiam o ambiente quase exclusivamente de um ponto de vista naturalista. Nos últimos 40 anos a dimensão social tem sido paulatinamente inserida na questão ambiental visto que, conforme Mendonça (2001): “a crise ambiental contemporânea não pode mais ser compreendida e nem resolvida segundo perspectivas que dissociam sociedade e natureza”.

A formulação de novas bases teórico-metodológicas na Geografia para a abordagem do ambiente com o envolvimento da sociedade e natureza, onde o natural e o social são concebidos como elementos de um mesmo processo, resultou na concepção da corrente de pensamento geográfico denominada Geografia Socioambiental. O mesmo autor defende que essa concepção transcende a desgastada dicotomia entre geografia física e geografia humana, “pois concebe a unidade do conhecimento geográfico como resultante da interação entre os diferentes elementos e fatores que compõem seu objeto de estudo”.

Veyret, citado por Mendonça (2001), afirma que: “de fato, para um geógrafo, a noção de meio ambiente não recobre somente a natureza, ainda menos a fauna e a flora somente”. Para o autor, o termo meio ambiente designa as relações de interdependência que existem entre o homem, as sociedades e os componentes físicos, químicos, bióticos do meio e integra também seus aspectos econômicos, sociais e culturais.

Neste sentido, as ferramentas metodológicas apresentadas neste trabalho foram buscadas tanto nas ciências físicas, como a geomorfologia, a hidrologia, a cartografia, a ecologia, o geoprocessamento, quanto nas humanas, através das entrevistas com moradores antigos que guardam valiosas informações em suas vivências. Acredita-se que com esta abordagem o presente estudo poderá contribuir na busca da compreensão e, conseqüentemente, de soluções aos problemas sócio-ambientais existentes no local estudado e em outros que apresentam situações similares.

Partindo dessas premissas, o presente trabalho foi estruturado através da observação, inicialmente empírica, de situações de conflito entre sociedade e natureza, onde a degradação dos recursos naturais pode ser facilmente identificada em alguns pontos. A constatação e registro, assim como a descrição, análise e mapeamento dos dados sobre os indicadores de degradação ambiental desse estudo tem como meta o diagnóstico da situação atual utilizando metodologia apropriada e a busca de soluções para os problemas sócio-ambientais encontrados. A degradação dos recursos naturais foi identificada através de indicadores como:

solapamento das margens, ausência de mata ciliar e desmatamento, deterioração da qualidade das águas superficiais, deposição de resíduos sólidos, despejo de efluentes domésticos e industriais e outras intervenções antrópicas que aceleram o processo de degradação ambiental na área em estudo. Foram obtidos dados preciosos contidos na vivência dos moradores e que não estavam disponíveis em nenhuma bibliografia ou documento impresso. O resgate destas informações se deu através de entrevistas e aplicação de questionário que revela a percepção dos moradores quanto à situação do arroio Grande e de parte da sub-bacia estudada.

Quanto aos aspectos físicos da área em estudo, trabalhos realizados pela CPRM e METROPLAN em 1994 sobre a Catástrofe de Nova Hartz e sobre o Potencial Hídrico Subterrâneo desse município foram uma das primeiras fontes de informações. Alguns estudos acadêmicos específicos sobre Nova Hartz, apesar de serem em pequeno número, possuem dados sociais importantes.

Para o ser humano é relativamente simples realizar grandes modificações em seu ambiente que afetam o funcionamento do sistema como um todo. Exemplos são as construções de represas, desvios de cursos de água, drenagem de áreas úmidas, extração de águas subterrâneas, todas desenvolvidas com novas e avançadas tecnologias e que interferem no ciclo hidrológico.

O ciclo hidrológico está ligado ao movimento e à troca de água nos seus diferentes estados físicos que ocorre na hidrosfera, entre os oceanos, as geleiras, as águas superficiais, as águas subterrâneas e a atmosfera.

Guerra e Cunha (1995) destacam que, segundo a Teoria Geral dos Sistemas, na natureza as trocas de energia e matéria se dão através do equilíbrio dinâmico e são estáveis. Se os ambientes, em função da interferência humana não estão em seu equilíbrio dinâmico, passam a ser instáveis. E estas interferências alteram a eficiência e capacidade natural dos cursos de água para armazenagens e transferências de energia. Uma ação sobre a transferência ou armazenagem pode causar mudanças em todos os outros depósitos e transferências.

Ross (1994) cita que: “a fragilidade dos ambientes naturais face às intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas”. Ele comenta que os ambientes naturais, em sua grande maioria, apresentavam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram a intervir na exploração dos recursos naturais.

Assim, atualmente, a noção de ambiente está diretamente ligada aos graves problemas advindos da interação entre a sociedade humana e a natureza, sendo que o ciclo hidrológico sofre diretamente com as alterações causadas pela intensa interferência humana. Estas questões são sentidas por milhares de seres humanos atingidos, por exemplo, pela falta de água, tornando-se óbvio que a busca de soluções para os problemas sócio-ambientais deva estar acima de quaisquer ideologias religiosas ou político-partidárias.

Para delimitar a área de estudo, optou-se por trabalhar com a unidade denominada sub-bacia hidrográfica. A sub-bacia é um conceito derivado de Bacia Hidrográfica (BH). A BH, segundo Silva et al. (2004): “é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial”. O limite da BH é conhecido como “divisor de drenagem” ou, simplesmente, “divisor de águas”. As BHs podem variar de tamanho desde milhões de km² até bacias com poucos m².

Guerra e Albuquerque (2003) afirmam que: “as BHs podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo de seu eixo-tronco ou canal coletor”. As sub-bacias, segundo os mesmos autores, são subdivisões que devem estabelecer conexões com a área maior, conforme exemplificado na figura 1.

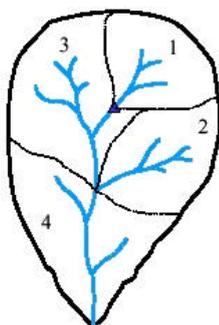


Figura 1 - Representação de uma BH dividida em sub-bacias
Fonte: GUERRA, A.J.T e ALBUQUERQUE, A.R (2003)

A sub-bacia, portanto, tem os mesmos elementos da BH, porém em dimensões menores. Tem seus afluentes, sua topografia própria que são definidos e detalhados para compreensão dos fenômenos nela ocorridos.

Dessa forma, a bacia ou sub-bacia hidrográfica espelha as condições naturais e as atividades humanas nelas ocorridas. Sabe-se que os fatores naturais (topografia, solos, vegetação, clima, geologia) podem principiar desequilíbrios que são agravados e acelerados pelas atividades humanas. Segundo Silva et al (2004), “um trabalho desenvolvido em sub-bacias têm maior êxito na difusão, por exemplo, de práticas de manejo de solo, na conservação dos recursos naturais e na introdução de alternativas tecnológicas viáveis para aquela região”.

De acordo com Moreira (1990), o termo *indicador*, nas ciências ambientais, significa um organismo, uma comunidade biológica ou outro parâmetro (físico, químico, social) que serve como medida das condições de um fator ambiental, ou de um ecossistema.

Já o termo *degradação ambiental* tem sido usado para qualificar os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, onde houve perda de qualidade ou da capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Não há como compreender a situação sócio-ambiental de uma área na qual um corpo hídrico se insere, sem conhecer e analisar como certos processos fundamentais iniciam e se desenvolvem.

A seguir apresentam-se, sucintamente, algumas reflexões e idéias referentes a fenômenos e processos que contribuem para a degradação ambiental da área de estudo.

2.1.1 - A pluviosidade e sua influência sobre a erosão

Um dos principais fatores desencadeadores de outros tantos, é a pluviosidade. As chuvas representam o início do processo natural de desagregação das rochas, de formação dos solos e da erosão desses mesmos solos.

A pluviosidade é o fator natural considerado o marco inicial do processo erosivo na região em estudo, sendo que a chuva causa a denominada “erosão de impacto”, que é o primeiro efeito dos pingos sobre o solo. Segundo Stallings (1957): “o cientista alemão Wollny, em 1879, foi um dos primeiros a ressaltar que a vegetação protegia o solo contra a ação da água da chuva”. E Ellison, em 1944, foi o primeiro a reconhecer que a ação de impacto da gota de chuva no solo diretamente e o salpico resultante, são as causas principais da erosão hídrica, demonstrando que o efeito da proteção da cobertura vegetal “era devido ao fato de que esta absorvia a energia cinética da gota de chuva em sua queda”.

Estudos como os de Bertoni e Lombardi Neto (1990) revelaram o potencial do dano causado pelas gotas de chuva que golpeiam uma superfície desprotegida de solo, rompendo os torrões e reduzindo os tamanhos das partículas de matéria orgânica que são lançadas e carreadas pelo escoamento superficial. O resultado desse carreamento é a perda da camada fértil do solo.

Verifica-se, também, que a distribuição espacial da pluviosidade no Rio Grande do Sul segue o padrão observado por Grimm e Sant’anna (2000), ou seja, as maiores anomalias ocorrem no nordeste do estado, região na qual se insere o município de Nova Hartz.

Em síntese, a chuva é, sem dúvida, o fator principal da erosão. Quanto maior a quantidade e frequência, mais ela irá influenciar o processo erosivo. Se o terreno tem pouca declividade, a água da chuva irá “correr” menos e erodir menos. Se o terreno tem muita vegetação, o impacto da chuva será atenuado porque este estará mais protegido, bem como, a velocidade da chuva no solo ficará diminuída devido aos obstáculos (a própria vegetação “em pé e caída”) e também a erosão ficará diminuída devido a existência de raízes que darão sustentação mecânica ao solo; além disso, as raízes mortas propiciarão a formação de canais para

dentro do solo onde a água pode penetrar e com isso sobrar menos água para escoar na superfície. A cobertura do solo amortece a energia cinética da gota de água da chuva, evitando o início do processo erosivo. Outra função, principalmente da serrapilheira (material que está depositado sobre o solo, constituído de folhas e outras partes que se desprenderam da vegetação), é o aumento da rugosidade do solo. A rugosidade serve de barreira para o escoamento superficial das águas, evitando o arraste das partículas do solo e favorecendo a infiltração de água.

2.1.2 – A erosão, o solapamento das margens e o assoreamento

O processo erosivo é um fenômeno natural que sofre influência direta do clima através dos agentes como o vento (erosão eólica) e da água da chuva (erosão hídrica). A erosão hídrica depende fundamentalmente da quantidade de chuva e da capacidade de infiltração da água no solo. E esta capacidade de absorver a água está relacionada com o tipo de solo, com o tipo e a quantidade de vegetação e com o grau de inclinação do terreno (topografia).

A erosão inicialmente é desencadeada pela alteração das condições geológicas ou climáticas ao longo de milhares de anos, mas pode também ser induzida pelas atividades humanas que em poucos anos causam efeitos problemáticos que devem ser combatidos. A erosão induzida e acelerada pelas atividades antrópicas normalmente é iniciada pelo desmatamento e seguida pelo cultivo das terras, criação e implantação de estradas e cercas. A erosão é conhecida como "laminar", quando os filetes de água (pluvial) ao escorrerem encosta abaixo lavam a superfície do terreno como um todo, sem formar canais definidos. Já a erosão conhecida por "escoamento concentrado" acontece quando os filetes de água se juntam até formar enxurradas com elevada capacidade de arrancar partículas dos solos e de transportar grande quantidade de material solto, formando os sulcos e as ravinas.

Quanto ao processo de assoreamento numa bacia hidrográfica, Guerra e Cunha (1995) afirmam que: “esse processo encontra-se intimamente relacionado aos processos erosivos, uma vez que a erosão fornece os materiais que

darão origem ao assoreamento”. Segundo esses autores, quando não há energia suficiente para transportar o material erodido, este material é depositado. Dessa afirmação pode-se concluir que o depósito de sedimentos no leito dos cursos de água será mais intenso quanto menor for a energia da correnteza, ou seja, onde a vazão é menor. E isso ocorre onde a declividade é mais suave, nas áreas de várzea.

Destaca-se que a erosão, através do assoreamento, contribui para a contaminação das águas por carga orgânica, sedimentos e agroquímicos (agrotóxicos e fertilizantes químicos) devido ao carreamento ou transporte destas cargas contaminantes junto às partículas dos sedimentos dissolvidos nas águas. A deposição e migração para o subsolo destes elementos contribuem na contaminação da água subterrânea. Este fato é de fundamental importância para o município de Nova Hartz, que não possui abastecimento público com água tratada e, portanto, dependente da quantidade e qualidade da água subterrânea.

Verifica-se, dessa forma, que o processo de erosão do solo sofre a atuação de diferentes fatores, tanto naturais como antrópicos, onde cada fator terá uma influência variável conforme sua tipologia e a interação entre eles. Portanto, faz-se necessária a análise integrada das relações entre os fatores que favorecem a erosão para uma gestão ambiental adequada dos recursos naturais do local. Para auxiliar na compreensão disso, o Quadro 1 apresenta os fatores naturais e antrópicos que intervêm no processo erosivo.

Quadro 1: Fatores naturais e antrópicos atuantes do processo erosivo na sub-bacia do arroio Grande, Nova Hartz

FATORES NATURAIS	FATORES ANTRÓPICOS
- Topografia: inclinação do terreno	- Ausência de Mata Ciliar e desmatamento das encostas
- Tipo de solo	- Impermeabilização do solo
- Clima: pluviosidade	- Ocupação e uso inadequado do solo
- Cobertura Vegetal	
- Ventos	

Entende-se como naturais os fatores que ocorrem ou ocorreriam mesmo sem a presença da ação humana. Já os fatores antrópicos resultam da interferência humana sobre os processos naturais de degradação, que os aceleram e os tornam diretamente prejudiciais à própria qualidade de vida nos locais atingidos.

Embora o processo de erosão tenha origem natural, algumas atividades humanas aceleram esse processo, tais como: a impermeabilização do solo na área urbana; a ocupação do solo, impedindo grandes áreas de terrenos de cumprirem com seu papel de absorvedor de águas e aumentando, com isso, a potencialidade do transporte de materiais; o desmatamento na área rural e em margens de corpos hídricos que desprotege o solo e favorece o assoreamento; técnicas agrícolas inadequadas promovendo à extinção das matas ciliares e o uso de agrotóxicos e poluentes que turvam a água, diminuindo o oxigênio e consequentemente a manutenção da vida aquática dos mananciais hídricos atingidos.

A erosão e o assoreamento são dois processos que estão associados e que interferem na dinâmica da bacia hidrográfica. O primeiro refere-se à remoção de sedimentos e seu transporte e o segundo refere-se à deposição dos sedimentos transportados para o leito dos rios e fundo de vales, causando a diminuição da calha e aumento do extravasamento lateral (inundações) quando ocorrem intensas e prolongadas chuvas.

Merten (1995), citado por Silva et. al. (2004) afirma que “a sedimentação em corpos de água é uma das principais e mais sérias conseqüências do processo de erosão”. O assoreamento dos arroios, cobrindo os seixos rolados do leito dos cursos de água, destrói a micro fauna bentônica e, consequentemente, altera toda a biota desses recursos hídricos. A ocorrência de seixos rolados é importante na manutenção de vários organismos por abrigar microfauna que representa um nível trófico vital para a fauna aquática.

Outro aspecto a ser considerado é sobre a radiação solar que atinge a superfície da água. Essa radiação sofre alterações conforme a quantidade de material dissolvido e em suspensão. Quanto maior a quantidade de material em suspensão, representada pela turbidez, menor a propagação solar e luminosidade nas

camadas de água. Essas alterações refletem no ciclo de nutrientes, ou seja, na cadeia trófica, podendo reduzir drasticamente a produção de nutrientes e, conseqüentemente, o número de indivíduos do ecossistema aquático, constituindo-se outro impacto negativo do assoreamento dos cursos de água.

2.1.3 - As matas ciliares

Entre os fatores antrópicos que aceleram o processo erosivo está a retirada das matas ciliares. A denominação “mata ciliar” ou “mata ripária” tem sido usada para caracterizar a vegetação situada em faixa marginal dos cursos de água. Conhecida também como mata de galeria e formação ribeirinha. Alguns autores preferem os termos “área ciliar” ou “área ripária” para denominar toda a porção de terreno que inclui desde a ribanceira dos cursos de água até a planície de inundação, com suas condições edáficas próprias e a vegetação associada (aí sim, incluem-se as matas ciliares ou ripárias). A todo esse conjunto podemos denominar *ecossistema ripário*.

As matas ciliares ocupam áreas bastante dinâmicas em uma sub-bacia hidrográfica e por esse motivo possuem importantes funções hidrológicas, ecológicas, geomorfológicas e limnológicas em relação às águas superficiais e à preservação de sua qualidade. Funções como proteção das margens contra a erosão e o assoreamento dos mananciais hídricos; servem como filtro na diminuição e filtração do escoamento superficial das águas da chuva, evitando o carreamento de sedimentos e substâncias para os cursos de água e diminuindo o pico dos períodos de cheia; interceptação e absorção da radiação solar (manutenção da estabilidade térmica, ou seja, regulação do ciclo de nutrientes existentes na água); auxiliam no controle do fluxo e vazão das águas; influenciam a formação de micro clima, de habitats, de áreas de abrigo e de reprodução, assim como corredores ecológicos e de migração da fauna terrestre aumentando a biodiversidade local; agem regulando as características físicas e químicas das águas, assegurando a existência de fontes contribuindo assim para o equilíbrio do ciclo hidrológico.

Como cita Delitti (1989), os resultados conhecidos de estudos sobre o papel das florestas ripárias confirmam a hipótese de que elas atuam como filtros de toda água que atravessa o conjunto de sistemas componentes da bacia de drenagem, sendo determinantes, também, das características físicas, químicas e biológicas dos corpos de água.

Portanto, a mata ciliar tem papel fundamental na qualidade das águas superficiais margeadas por ela. Um dos principais efeitos da existência da mata ciliar é sobre a quantidade de água ou vazão. Porém, a qualidade das águas também depende de sua presença. O transporte de solo fértil para dentro dos corpos hídricos, o solapamento das margens, o assoreamento dos leitos dos arroios, descontrola a temperatura da água por falta de sombreamento, a eliminação dos refúgios da fauna e do fluxo gênico entre as populações, são alguns dos efeitos da retirada de mata ciliar. Alguns desses efeitos, como solapamento das margens e assoreamento dos leitos foram nitidamente observados na área em estudo. A Figura 2 mostra a complexidade de relações no ecossistema ripário.

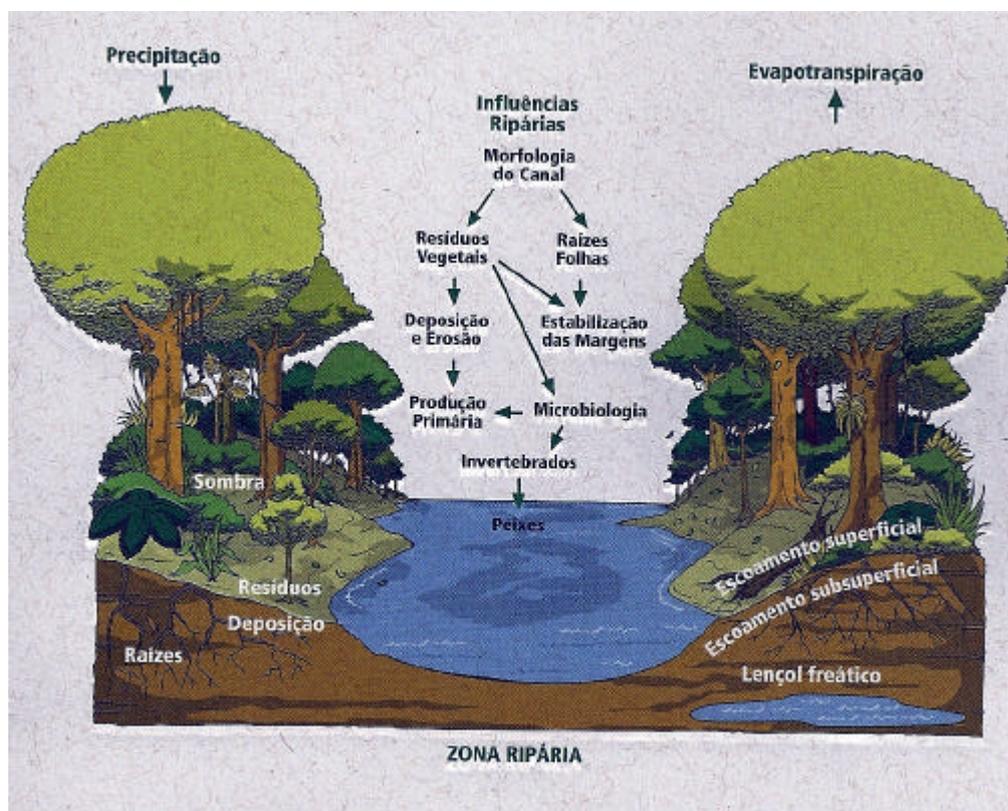


Figura 2 – Representação da zona ripária de um rio

FONTE: Diretrizes Ambientais para Restauração de Matas Ciliares, p. 07 – Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA)/Departamento de Florestas e Áreas Protegidas (DEFAP), 2007

A falta de mata ciliar somada a solos desprotegidos, favorece o carreamento de sedimentos que são levados pelas águas das chuvas para os cursos de água. O mesmo acontece com os resíduos sólidos (lixo) e produtos químicos (agrotóxicos) usados nas lavouras.

Com essas considerações, conclui-se que o próprio equilíbrio dos ecossistemas aquáticos depende diretamente da proteção da vegetação ripária, que age como reguladora das características químicas e físicas da água, mantendo as condições para sobrevivência da ictiofauna.

2.1.4 - A urbanização e suas conseqüências

O crescimento demográfico desordenado no município de Nova Hartz, como em tantas outras cidades brasileiras, somada à tendência humana de se estabelecer próximo aos mananciais hídricos e à falta de planejamento para uso e ocupação do solo, trouxeram como conseqüência o desequilíbrio dos sistemas hídricos locais. Esse desequilíbrio resultou nos fenômenos de degradação observados na área em estudo, como: erosão, assoreamento, inundações e deterioração da qualidade das águas superficiais, subterrâneas e do solo. Os efeitos negativos recaem não só sobre os recursos naturais, mas também e, principalmente, sobre a qualidade de vida das pessoas que sofrem com as inundações, deslizamentos de terra, doenças transmitidas pelas águas contaminadas, destruição das lavouras e residências e até perdas de vidas.

Por exemplo, para ser possível a urbanização (como ela tem sido concebida e executada na maioria das cidades brasileiras), a cobertura vegetal é retirada e o solo impermeabilizado. A alteração na cobertura vegetal da bacia hidrográfica provoca efeitos que modificam o ciclo hidrológico natural. E a impermeabilização do solo provoca a redução da infiltração de água no solo, o aumento do escoamento superficial e a diminuição da recarga dos aquíferos. Todos esses efeitos resultam em sérios problemas, como inundações, falta de água,

assoreamento dos arroios, perda da camada fértil do solo. São as atividades antrópicas acelerando os processos erosivos naturais e causando danos à população.

As “construções urbanas” como pontes, taludes de estradas, canais de drenagem, condutos subterrâneos, barragens, diques e drenagens inadequadas também contribuem para a alteração da vazão e da qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Já o impacto no solo com o processo de impermeabilização do mesmo, acontece ainda que o mesmo não esteja totalmente pavimentado. O solo que fica exposto com a retirada da vegetação apresenta albedo mais susceptível a concentração de calor do que quando coberto pela vegetação. Essa alteração pode influenciar o micro clima urbano, podendo ser o início de fenômenos conhecidos por “Ilhas de Calor” e a inversão térmica.

As conseqüências da impermeabilização do solo podem ser resumidas em: alterações do ciclo hidrológico; redução significativa da infiltração de água e comprometimento do lençol freático; aumento do escoamento superficial, acelerando/causando processos erosivos; enchentes, seguida de possíveis tragédias humanas, perdas materiais e proliferação de doenças como a leptospirose. A conseqüente diminuição das áreas verdes afeta direta e indiretamente a fauna e flora. Outro efeito da impermeabilização, principalmente nas áreas urbanas, é o aumento da poluição atmosférica com o comprometimento da qualidade do ar consumido pelo seres vivos.

Outra intervenção humana de grande proporção observada na área estudada foi a retificação do leito dos arroios. Sabe-se que o material sólido transportado e o material constituinte do leito e das margens de um manancial hídrico é que definem sua morfologia. Dessa forma, a força da corrente e sua capacidade de transporte determinam as modificações naturais do seu leito. As intervenções antrópicas como as retificações, impedem essas modificações e renovações naturais, o que atinge diretamente a biota aquática.

A Figura 3 traz uma representação da biota rica em espécies em região onde não houve retificação do leito do rio. Na Figura 4 está representada a perda de biota causada pela retificação de um rio. Esse estudo foi realizado em um rio situado na Alemanha, mas os efeitos prejudiciais do encurtamento do leito ocorrem para qualquer ecossistema fluvial.



Figura 3 - Biota de rio natural

Fonte: Rios e Córregos – Preservar – Conservar – Renaturalizar – A Recuperação de Rios – Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental. Projeto PLANÁGUA/GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, agosto de 1998

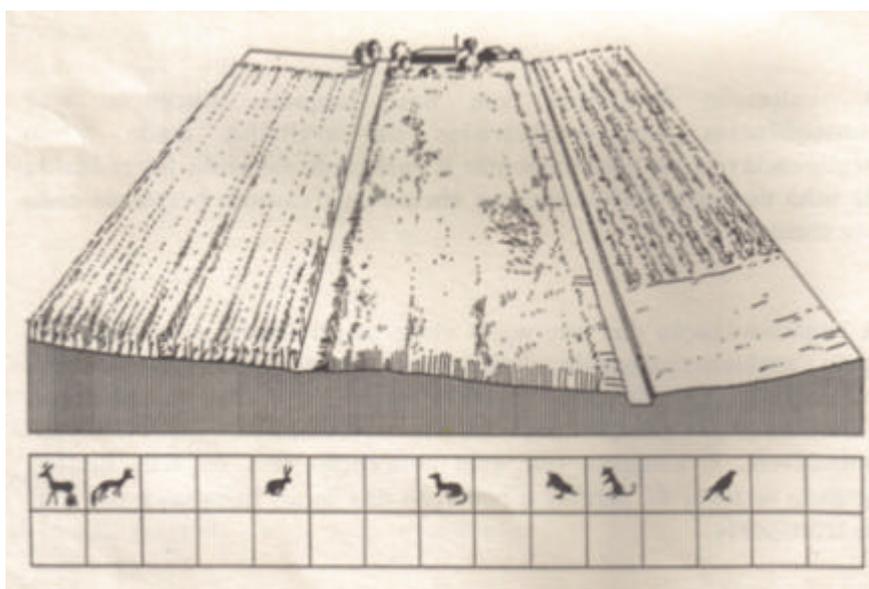


Figura 4 - Biota de rio retificado

Fonte: Rios e Córregos – Preservar – Conservar – Renaturalizar – A Recuperação de Rios – Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental. Projeto PLANÁGUA/GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, agosto de 1998

A retificação provoca o aumento da capacidade de vazão, reduzindo a frequência do transbordamento das cheias menores e médias, porém permanecem as grandes enchentes. A alteração na relação entre a área a montante e a área inundável causa desaparecimento de locais de desova de peixes.

Segundo o projeto PLANÀGUA (1998), a redução do comprimento do curso e a uniformização da seção de vazão aumentam a velocidade da corrente, ocasionando o aumento da erosão e do assoreamento à jusante, onde o volume excessivo de água em épocas de chuvas tende a extravasar.

2.1.5 - O uso do solo em áreas rurais

Em relação às áreas rurais, Silva et al (2004) lembram que: “para as regiões rurais o bom uso do solo é primordial para o sucesso da propriedade rural”. Os mesmos autores citam que a impermeabilização do solo é bem maior nas áreas urbanas e que o regime hidrológico nas áreas rurais sofre menor alteração devido à maior infiltração de água no solo e à facilidade de instalação de cobertura vegetal, viva ou morta. No entanto, o manejo do solo é o fator decisivo nessas áreas, pois a exposição do solo à força erosiva dos ventos e chuvas é que define sua qualidade. Como já foi citado anteriormente, o carreamento de grandes quantidades de sedimentos para os cursos de água depende das características do solo, da topografia e da pluviosidade.

As práticas agrícolas inadequadas como as queimadas deixam o solo nu, desprotegido e a mercê da energia dissipativa das gotas de chuva. E o uso das máquinas pesadas sobre o solo causa sua compactação, assim como o pisoteio do gado, diminuindo o espaço entre as partículas do solo e, conseqüentemente, a capacidade de absorção de água, causando a impermeabilização do solo, favorecendo a erosão superficial ou laminar. São bastante comuns na área em estudo, as queimadas para “limpeza” do terreno e a criação de gado em áreas com declividades acentuadas, onde a retirada da mata é realizada para em seu lugar introduzir pastagens.

2.1.6 – As áreas de preservação permanente (APPs)

Orlandi F^o et al (1994), no trabalho intitulado “A Catástrofe de Nova Hartz”, apontaram como um dos cinco maiores problemas ambientais no município de Nova Hartz o uso inadequado do solo.

O uso e ocupação do solo são inadequados quando não obedecem a critérios técnicos e legais. Dessa forma, o uso e a ocupação do solo em áreas de preservação permanente (APPs) também pode ser usado como indicador de degradação ambiental, pois são áreas legalmente protegidas e raras são as intervenções antrópicas permitidas.

A Lei Federal 4771/65 – o Código Florestal, define as margens de qualquer curso de água como Área de Preservação Permanente (APP). No entanto, esta é uma das leis menos cumpridas nesse país, principalmente em áreas urbanas, mas também, nas áreas rurais, onde a agricultura e pecuária têm utilizado as margens de corpos hídricos. Essas áreas são consideradas patrimônio da União e tornam-se alvo fácil de ocupação desordenada pela falta de fiscalização, causando complexos processos jurídicos e problemas sociais que tornam complicada a posterior desocupação e recuperação ambiental.

O regime de proteção legal das APPs é bastante rígido, sendo admitida excepcionalmente a supressão vegetal nos casos de *utilidade pública ou interesse social* legalmente previstos no Código Florestal de 1965 e em posteriores legislações. No entanto, vários artigos desse Código e de outras leis deixam dúvidas quanto à sua aplicabilidade, até mesmo em relação ao significado de termos como “utilidade pública” e “interesse social” ou de quem seria a competência de declarar que tipo de intervenção se adequaria nesses termos. O fato de a legislação generalizar as medidas das áreas de proteção, fixando metragens conforme a largura dos cursos de água, nem sempre esteve de acordo com o conhecimento técnico sobre áreas específicas, pois a diversidade de condições é grande em nosso país. Por exemplo, manter intactas largas margens em torno dos cursos de água em áreas urbanas torna-se quase inviável, devido à pressão de ocupação e da necessidade de

instalação dos equipamentos e estruturas urbanas. Nem mesmo a distância mínima de 30 m é observada na maioria das cidades. A tendência humana sempre foi ocupar as áreas que margeiam os corpos hídricos, por serem fornecedores de alimento, água e energia. Na busca de soluções para esses problemas, o conhecimento técnico dos ambientes das bacias hidrográficas é instrumento valioso, enquanto fornece a base para uma gestão ambiental que tem como papel fundamental o estabelecimento de regras e limites da intervenção humana nos ambientes naturais. Junto a este aprimoramento do conhecimento de cada realidade, é necessária uma maior atenção dos governos quanto à estruturação dos órgãos reguladores e fiscalizadores.

Outro exemplo de ocupação inadequada refere-se a locais de grande importância ecológica, como as áreas úmidas, que mesmo não sendo declaradas como áreas de preservação ambiental, servem como locais de recarga de aquíferos subterrâneos. Essas áreas estão sendo drenadas e aterradas para instalação de loteamentos e outras edificações urbanas. A preservação dessas áreas é especialmente importante para o município de Nova Hartz cujo abastecimento público depende da qualidade e quantidade de água subterrânea.

Quanto à recuperação ambiental dessas áreas, o Poder Judiciário tem atuado através das promotorias em defesa do meio ambiente. No entanto, quando essas são acionadas, o dano ambiental, na maioria dos casos, já ocorreu.. A exigência de recuperação dos danos, quando possível, é exercida pelas Promotorias através de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC), onde o infrator se compromete a realizar a recuperação dos danos ou executar medidas compensatórias. No caso de áreas que já apresentam fragilidades, a intervenção humana pode acentuar de tal forma a degradação ao ponto de tornar irreversível a recuperação dos danos causados aos ecossistemas.

O que se verifica na prática, no caso das APPs, é que elas não tem sido preservadas, sendo que o uso inadequado do solo e a ocupação irregular dessas áreas tem provocado o assoreamento e a poluição dos cursos de água, resultando em sérios riscos às populações através de enchentes, deslizamentos das encostas e transmissão de doenças veiculadas pela água ou por vetores que dela se utilizam.

2.1.7 - A qualidade das águas

A avaliação da qualidade da água em um ecossistema abrange vários parâmetros físicos, químicos e biológicos. Entre as variáveis físicas, os aspectos climatológicos exercem influência direta sobre os corpos de água, alterando o metabolismo dos seres aquáticos. Exemplificando, em períodos de maior precipitação pode ocorrer aumento da turbidez em função do aporte de sedimentos que são carregados pelas chuvas para o corpo hídrico. O vento, por sua vez, provoca uma mistura na água com ressuspensão de nutrientes das partes mais profundas.

Costuma-se definir a contaminação da água como a adição de substâncias estranhas que degradam sua qualidade natural. E isto nos leva a pensar que a fonte exclusiva de contaminação é a ação humana com o descarte de seus produtos diretamente nos corpos hídricos.

Várias são as classes de substâncias que podem chegar a contaminar a água. Algumas podem causar turbidez na água (diminuição da transparência), outras aumentar a salinidade ou a temperatura. Como exemplo pode-se citar:

- *Sólidos em suspensão* - provêm da erosão dos solos, atividades de mineração, agrícolas ou industriais. Estas substâncias diminuem a transparência da água e conseqüentemente a atividade fotossintética, podendo causar danos às guelras e brânquias dos organismos aquáticos e perturbar os locais de desova e refúgio destes.

- *Substâncias tóxicas* - os problemas mais graves são das substâncias resistentes à decomposição microbiana, cujo poder acumulativo na água e nos organismos põe em perigo a estabilidade dos ecossistemas aquáticos, da vida animal e do homem. Dentre estes estão os metais pesados, como Cádmio, Cromo, Zinco e Mercúrio, extremamente tóxicos.

- *Detergentes* - os detergentes, devido a sua composição química, têm a propriedade de limpar com maior rapidez e de ser mais eficiente em

águas com alto conteúdo de Ca^{++} e Mg^{++} , ultrapassando, em muito, o sabão. Os detergentes baixam a tensão superficial da água, exercendo um efeito desoxigenador no corpo d'água, pois reduzem a superfície de contato entre a água e o ar. Contribuem também para a eutrofização, devido ao conteúdo de fósforo incorporado à sua molécula, o qual após a degradação passa a estar disponível para a comunidade aquática.

Do ponto de vista ecológico, porém, a definição de qualidade de água é mais ampla, no sentido que alguns ecossistemas podem possuir elevadas concentrações de sais ou pHs ácidos ou mesmo baixa concentração de oxigênio dissolvido (OD) e sustentar comunidades estáveis, adaptadas a esses meios. Sendo assim, a qualidade da água não depende apenas das substâncias nela dissolvidas oriundas da ação antrópica, mas sim, e fundamentalmente, dos aportes naturais fornecidos pela chuva, pelas condições geológicas, pedológicas e geoquímicas da bacia de drenagem. Dessa forma, é a soma dos fatores naturais e antrópicos que irá determinar a qualidade dos recursos hídricos.

Em relação ao efeito do desmatamento sobre a qualidade das águas dos mananciais hídricos, Odum (1988) ressalta que o aporte de Nitrogênio para os corpos de água é quinze vezes maior em área recentemente desmatada do que antes, quando era florestada. Isto ocorre devido à maior quantidade de água que flui ao corpo receptor de água e que deveria ficar contida na cobertura vegetal e no próprio solo da floresta. Em relação a esse assunto, Silva et al (2004) também se manifestam comentando que o nitrogênio (N_2), assim como o fósforo (P) são dois elementos que tem sido especialmente estudados por participarem diretamente no metabolismo dos ecossistemas aquáticos. Por participar da molécula de proteína, o N_2 é um dos elementos básicos na formação da biomassa. Se ele se apresenta em baixas concentrações, passa a atuar como *fator limitante* na produção primária dos ecossistemas aquáticos. Em altas concentrações, contribui para a eutrofização.

Esteves (1988) explica que o nitrato (NO_3) e o amônio (NH_4) são os íons mais facilmente transportados pelas águas do escoamento superficial, constituindo-se nas principais fontes de nitrogênio para os produtores primários

(algas) e bactérias fotossintetizantes. No entanto, como já foi citado anteriormente, o excesso de nutrientes pode causar eutrofização dos corpos de água.

Em outras palavras, todo sistema aquático é influenciado pelo ambiente físico do corpo de água, ou seja, pela geomorfologia, pela velocidade da corrente e vazão, pelo tipo de substrato, pelo tempo de retenção da água e pela quantidade de substâncias dissolvidas. Ocorre que, e isto deve ser destacado, são nestes fatores físicos determinantes da qualidade da água que a ação humana tem interferido e cujos muitos dos efeitos não são perceptíveis a curto e médio prazo. Interferências na modelação da topografia, retirada da camada fértil do solo, modificações no curso original dos mananciais hídricos fluviais, retirada da cobertura vegetal que afeta o microclima, drenagens, aterramento de áreas inundáveis são algumas das tantas atividades humanas que têm interferido nas características funcionais dos ecossistemas.

O conceito de “qualidade da água”, no entanto, tem se relacionado ao uso que o ser humano deseja para aquele ponto do manancial hídrico. Para um mesmo rio, por exemplo, a classe de uso desejável em suas nascentes é a melhor possível, a mais próxima de seu estado original, livre de qualquer tipo de contaminação. Já em outra porção do rio, devido aos usos antrópicos e sua condição física natural, este mesmo rio pode apresentar qualidade inferior, mas que ainda serve para alguns tipos de usos da água.

Nesta linha de pensamento, o padrão de qualidade ambiental da água tem visado primordialmente a proteção da saúde humana, com o controle de substâncias potencialmente prejudiciais ao bem-estar físico dos seres humanos, como micro-organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou venenosas e elementos radioativos.

Observa-se, portanto, que o conceito de qualidade da água restringe-se, na maioria das decisões político-econômicas, ao uso antrópico, embora se procure através de monitoramento e do cumprimento das leis ambientais a melhora da qualidade da água para todos os seres. Se considerarmos a qualidade da água para todos os seres vivos dela dependentes, este conceito será igualmente

variável conforme as necessidades fisiológicas de cada espécie. Porém isto não justifica a forma como um dos seres tem tratado as necessidades das demais espécies. É notória a falta de conhecimento sobre os fatores limitantes de cada espécie em seu habitat e o flagrante desrespeito às demais criaturas mesmo quando se conhece os efeitos das alterações ambientais sobre a sobrevivência dos mesmos. Esse fato torna, sem dúvida nenhuma, o ser humano como o maior responsável, direta ou indiretamente, pela degradação ambiental verificada atualmente no planeta. Prova disso é o número de espécies que vem se somando à lista de extinções. Como exemplo temos a recente confirmação da extinção de uma espécie de golfinho, cujo habitat era o poluído Rio Yang Tze, na China.

O Quadro 2 foi elaborado com intuito de representar os efeitos gerados pelas intervenções antrópicas em relação ao uso do solo e suas conseqüências sobre a qualidade e quantidade das águas.

Quadro 2 - O uso do solo e sua interferência na qualidade dos recursos hídricos

A retirada da cobertura vegetal acarreta efeitos cascata, representadas no esquema abaixo:

1º) Diminuição da infiltração da água da chuva no solo

↳ 2º) Aumento do escoamento superficial

↳ 3º) Aumento do assoreamento de córregos e rios

↳ 4º) Alteração na vazão e na qualidade das águas superficiais

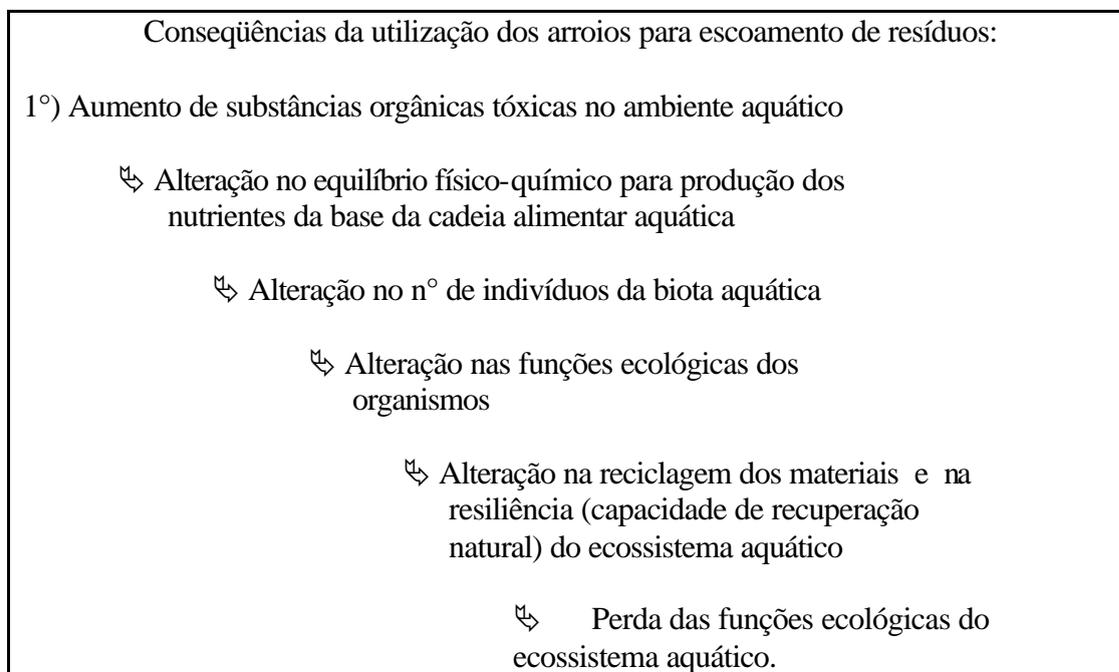
☞ A diminuição do estoque de água subterrânea é efeito direto da retirada de cobertura vegetal.

Obs.: Os efeitos da impermeabilização e compactação do solo são os mesmos acima descritos, pois o primeiro efeito se faz sentir sobre a capacidade de absorção (infiltração) de água pelo solo.

Fonte: Weissheimer, C, 2007

O Quadro 3 representa um esquema ilustrativo dos efeitos do uso dos recursos hídricos para escoamento de resíduos provenientes das atividades humanas.

Quadro 3 – Utilização dos arroios para escoamento de resíduos: conseqüências



Fonte: Weissheimer, C, 2007

2.2 – Procedimentos metodológicos e operacionais:

2.2.1 - Levantamento bibliográfico

Sobre cada indicador encontrado buscou-se o aprofundamento destes fenômenos em textos e trabalhos científicos publicados, tanto nas bibliotecas especializadas das universidades como pela Internet, confrontando as informações obtidas com a realidade observada em campo.

2.2.2 - Coleta de dados em campo

Na presente pesquisa foram observados em campo, descritos, analisados e mapeados os seguintes indicadores de degradação ambiental: ausência de mata ciliar; solapamento das margens; despejos de efluentes; deposição de resíduos sólidos (lixo) e barragens, em uma extensão aproximada de 7 km do arroio

Grande. A qualidade das águas superficiais do arroio Grande foi avaliada através da análise laboratorial de amostra de água para nove parâmetros e através de seus resultados se construiu um Índice de Qualidade da Água (IQA) para o trecho do arroio estudado, representando a qualidade das águas superficiais na data da coleta, 24 de janeiro de 2007. Com os dados obtidos em campo e georreferenciados foi construída uma cartografia para cada um dos *Indicadores de Degradação Ambiental*. O mapeamento dos indicadores de degradação ambiental e as análises da qualidade das águas se resumiram ao trecho médio do Arroio Grande.

2.2.3 - Técnicas de geoprocessamento

Os dados georreferenciados em campo, através de GPS, foram convertidos em vetorial, tipo ponto, para a confecção das cartas temáticas, usando o software ARCGIS 9.2 e cartas topográficas digitalizadas. O mapa das áreas de preservação permanente (APP) foi gerado considerando-se a legislação. A partir da rede de hidrografia da parte da sub-bacia em estudo foi gerado o buffer de 30m que corresponde à APP de cursos de água cuja largura tem menos de 10m.

2.2.4 - Entrevistas com moradores

Foram realizadas 30 entrevistas com moradores antigos da localidade de Nova Hartz, nas quais se aplicou um questionário cujo objetivo era orientar a entrevista para os assuntos pertinentes. A entrevista serviu para reconstruir o cenário sócio-ambiental desde as primeiras décadas do século XX até os dias atuais, buscando informações contidas na memória dos moradores mais antigos.

3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: aspectos físicos e sócio-ambientais

3.1 – Situação e Localização Geográfica

O trecho do arroio estudado localiza-se no município de Nova Hartz, pertencente ao vale do rio dos Sinos e à Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), capital do estado do Rio Grande do Sul (RS), extremo sul do Brasil. A Figura 5 localiza o estado do Rio Grande do Sul no Brasil e na América do Sul.



Figura 5 – Mapa de localização geográfica do Estado do Rio Grande do Sul no Brasil e na América do Sul
Fonte: GEOFEPAM, 2007

O estado do Rio Grande do Sul possui três Regiões Hidrográficas, sendo que a parte da sub-bacia estudada está inserida na bacia hidrográfica do rio dos Sinos (BHS), que, por sua vez, é uma das oito bacias hidrográficas pertencente à Região Hidrográfica do Guaíba..

A BHS é a terceira em densidade populacional do estado do Rio Grande do Sul, correspondendo a uma área de 3.716,91 km², com uma população de 1.181.997 hab, com densidade aproximada de 318 hab/ km². A Figura 6 mostra a situação geográfica da BH dos Sinos inserida na Região Hidrográfica do Guaíba, uma das três regiões hidrográficas do estado do Rio Grande do Sul. A Figura 6 situa geograficamente a BHS (destacada em amarelo) no estado do Rio Grande do Sul, inserida na Região Hidrográfica do Guaíba.

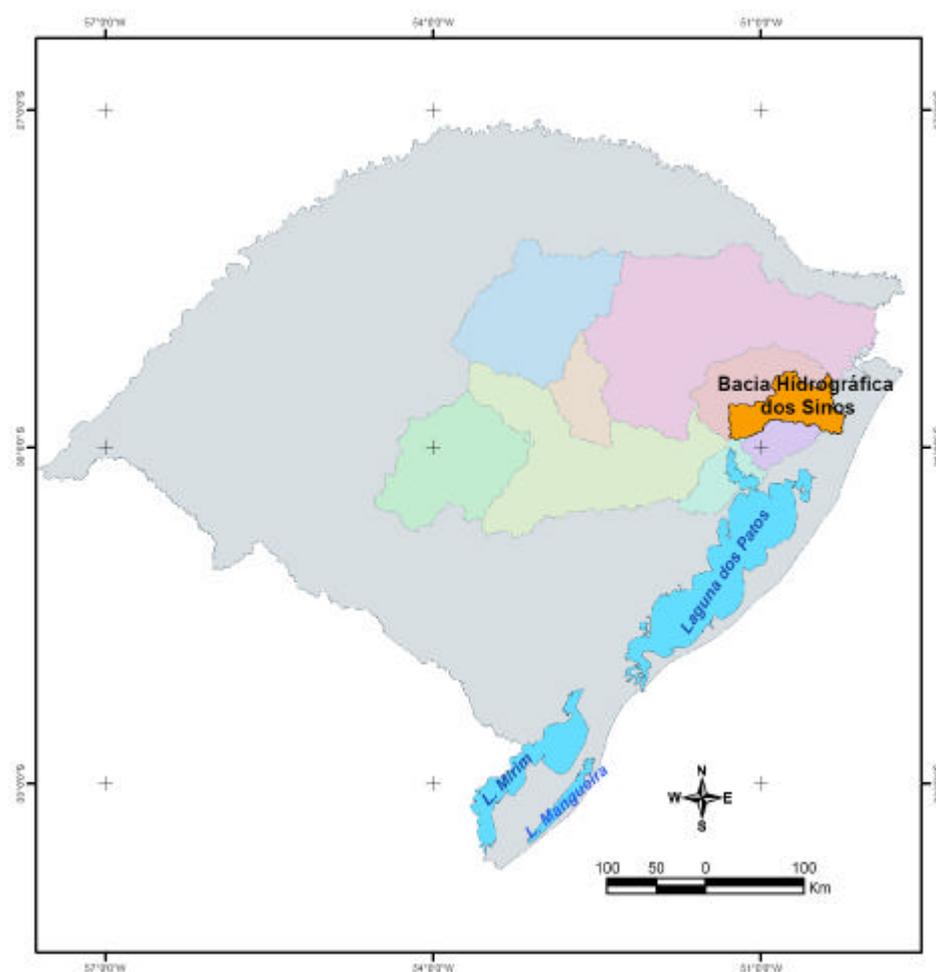


Figura 6 – Mapa da situação geográfica da bacia hidrográfica do rio dos Sinos na Região Hidrográfica do Guaíba
Fonte: GEOFEPAM, 2007

A parte da sub-bacia do arroio Grande estudada atinge outros quatro municípios, além de Nova Hartz: Araricá, Sapiranga, Santa Maria do Herval e Igrejinha. Os três primeiros pertencem ao vale do rio dos Sinos, enquanto que Igrejinha está inserida no vale do Paranhama. A Figura 7 mostra a situação geográfica da sub-bacia do arroio Grande no contexto da BHS e os municípios acima citados.

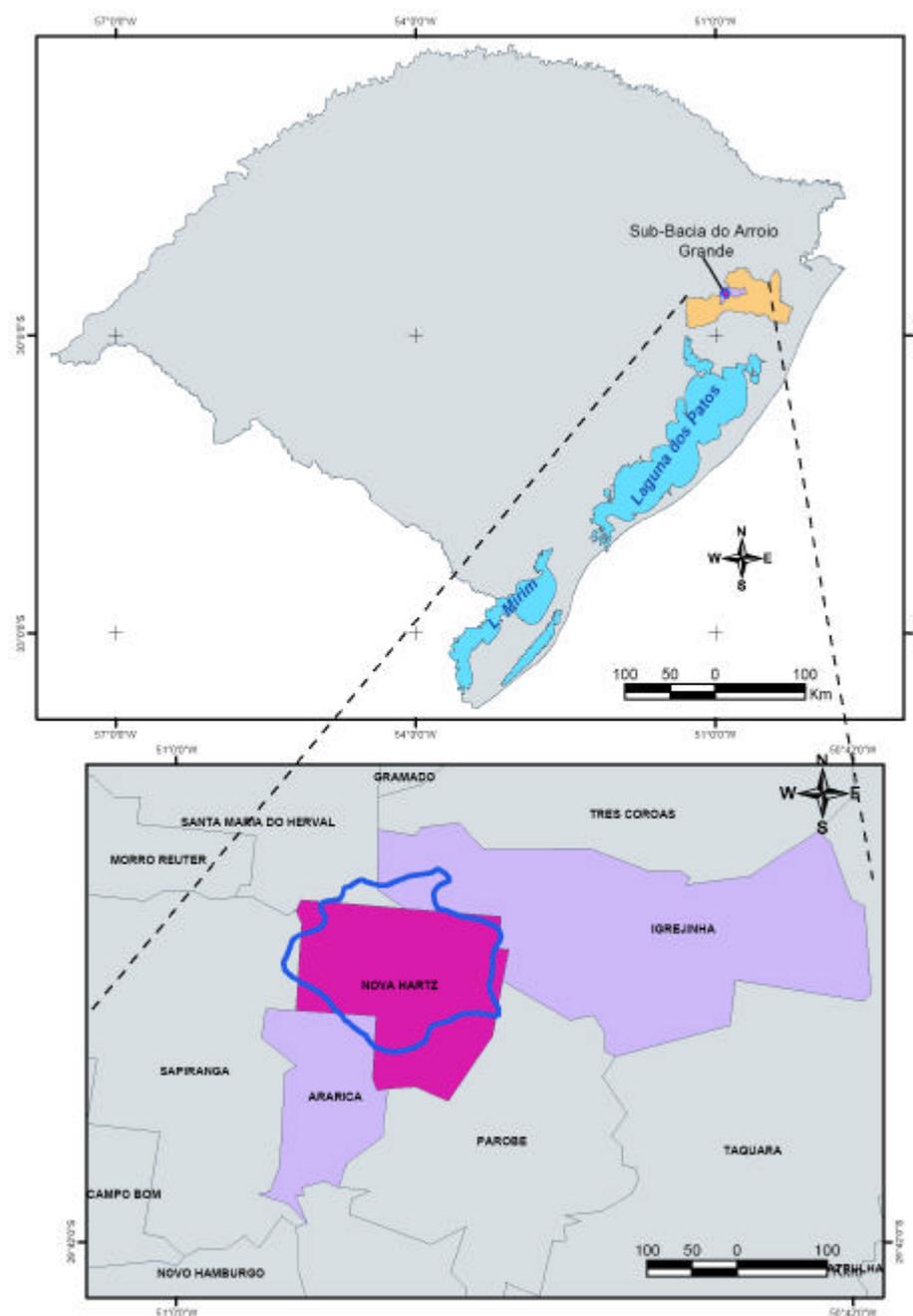


Figura 7 – Situação geográfica da sub-bacia do arroio Grande na BH dos Sinos e os municípios vizinhos de Nova Hartz.

A área estudada da sub-bacia é de aproximadamente 5.250 ha. Essa área foi selecionada para a obtenção dos dados físicos, biológicos e sócio-ambientais, pois nela insere-se a maior parte das observações inicialmente empíricas sobre a degradação ambiental, ocupando uma parcela aproximada de 70 % do território municipal de Nova Hartz. A Figura 8 mostra a situação geográfica da área estudada da sub-bacia do arroio Grande na hidrografia da BHS. O arroio Grande é um afluente do rio dos Sinos que atravessa o município de Nova Hartz no sentido norte-sul. Foi, novamente nesse mapa, destacado em azul o trecho do arroio Grande submetido ao estudo mais detalhado através dos indicadores de degradação ambiental.

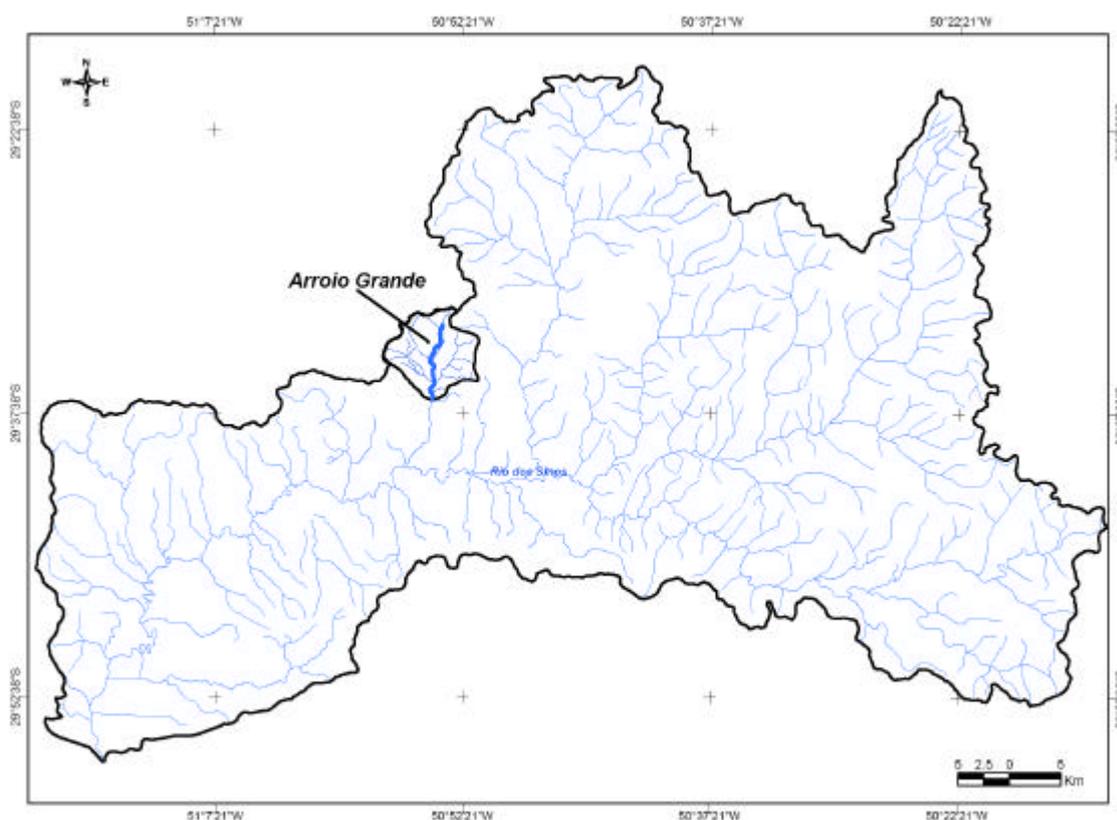


Figura 8 – Mapa de localização geográfica da parte da sub-bacia do arroio Grande na bacia hidrográfica do rio dos Sinos
Fonte: modif. de COMITESINOS, 1998

A Figura 9 mostra a imagem de satélite SPOT, do ano de 2002 onde se pode observar a hidrografia e a proximidade das grandes altitudes em relação à área urbana, representada pela mancha mais clara da foto.



Figura 9 - Imagem de satélite SPOT, 2002 – Nova Hartz
Fonte: GEOFEPAM, 2006

A jusante da área urbana, o arroio Grande recebe as águas do arroio Tigre, em sua margem esquerda e logo abaixo, as águas do arroio da Bica em sua margem direita (FIG 10).

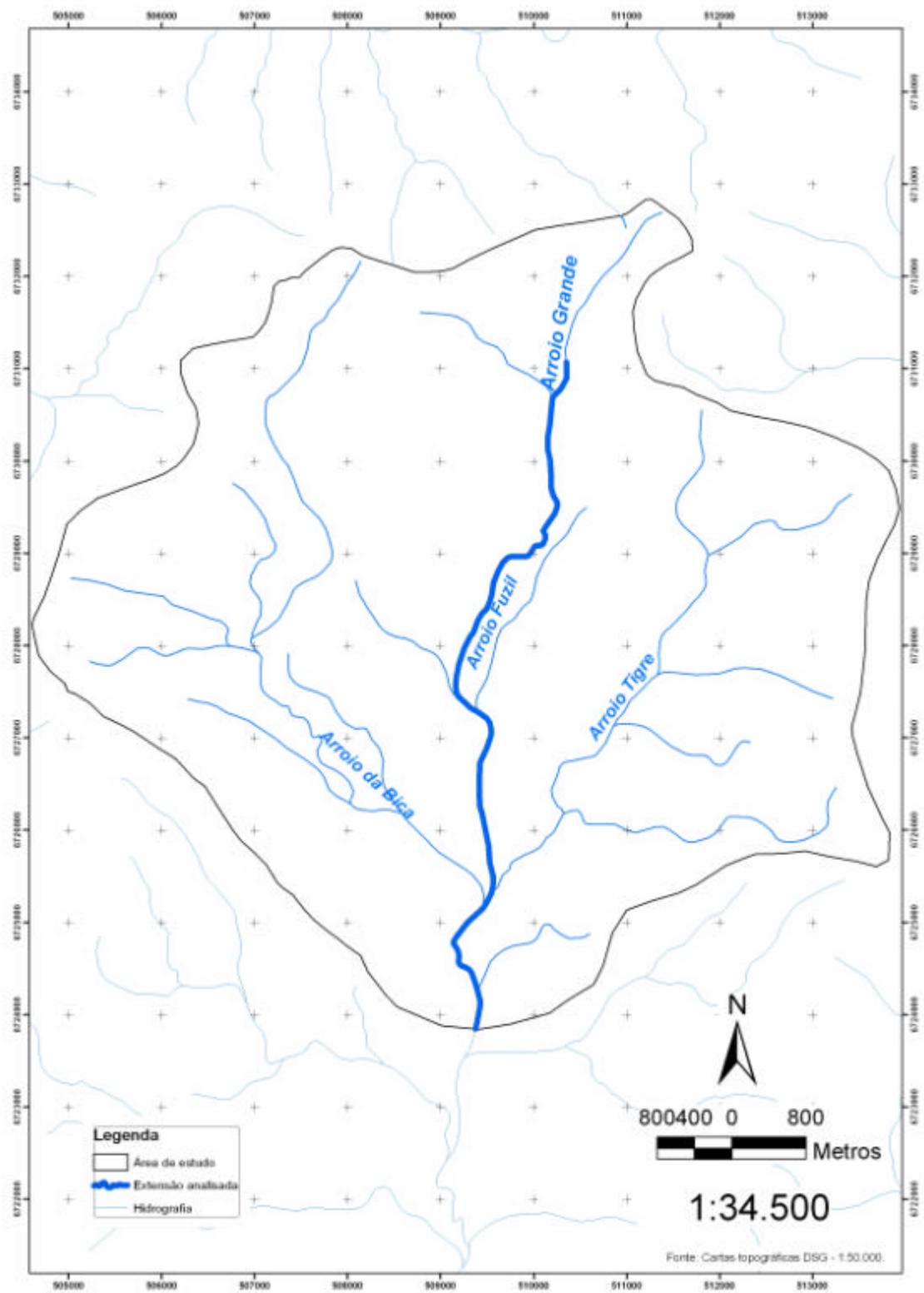


Figura 10 - Mapa da sub-bacia do arroio Grande e seus principais arroios tributários

Fonte: GEOFEPAM, 2007

O município de Nova Hartz situa-se a nordeste da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), mostrada a seguir na Figura 11.

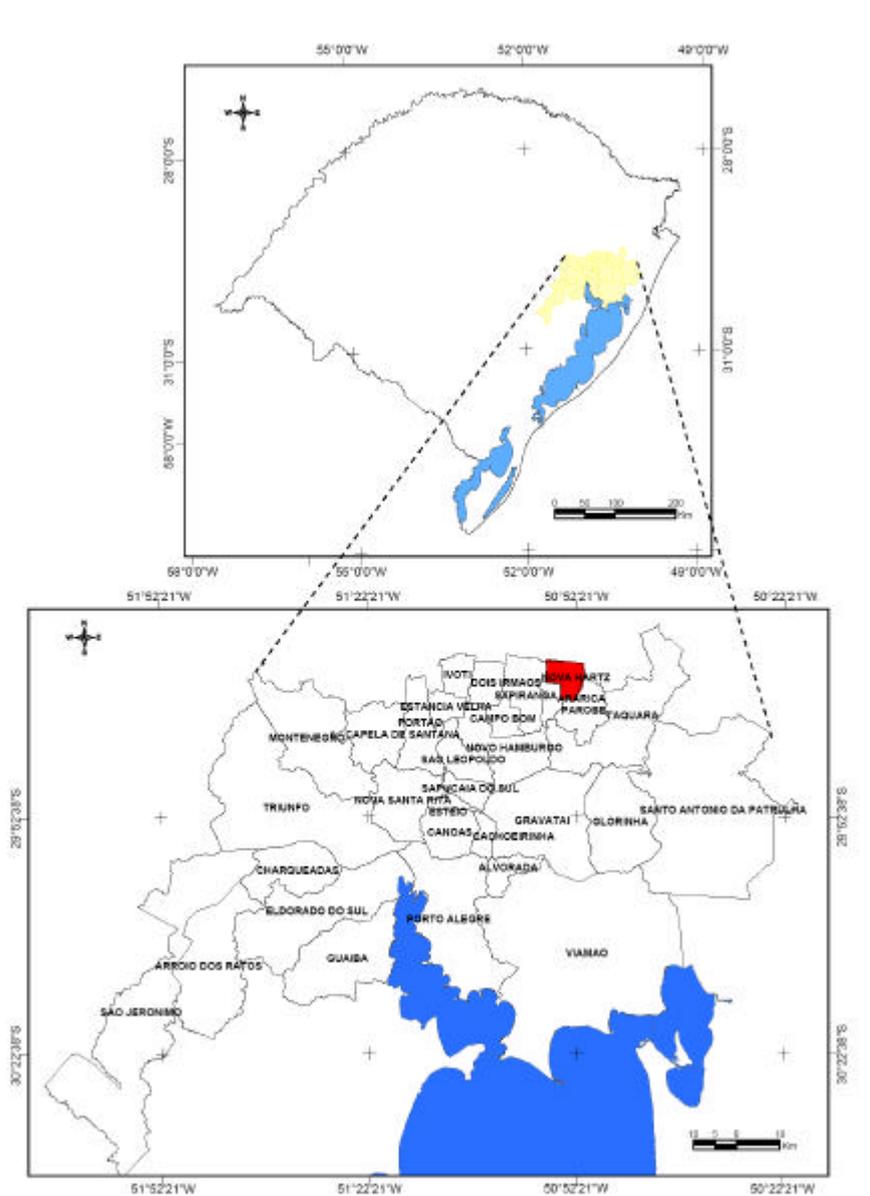


Figura 11 – Mapa da situação geográfica do município de Nova Hartz na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA)
Fonte: GEOFEPAM, 2007

Importante destacar que o município de Nova Hartz, embora distante 70 km da capital gaúcha, tem sua história de expansão ligada à Porto Alegre, por ter sido caminho de tropeiros, da linha férrea e da navegação fluvial, caminhos esses que ligavam a região nordeste do Vale do Rio dos Sinos à capital do estado. O fato de ser “passagem” facilitou o comércio e a industrialização local.

3.2 – Caracterização do meio físico e biótico

3.2.1 – Aspectos climáticos

O clima da região da BHS é subtropical. Segundo a classificação climática de Köppen, o Rio Grande do Sul pertence à zona fundamental temperada ou “C”, ao tipo úmido ou “Cf”, com as variedades subtropicais “Cfa” e temperada “Cfb”. Segundo Moreno (1961), nesta classificação a letra “C” representa a principal categoria, na qual o mês mais frio tem temperatura média entre -3°C e 18°C e onde o mês mais moderadamente quente tem temperatura média maior que 10°C . A letra “f” representa a distribuição sazonal das precipitações, simbolizando ausência de estação seca. A letra “a” da classificação de Köppen expressa características adicionais da temperatura, significando verão quente, sendo que o mês mais quente possui temperatura média acima de 22°C .

Mesmo não existindo estação seca definida para o Rio Grande do Sul, nos últimos anos o Estado tem enfrentado períodos de graves estiagens, causando escassez no suprimento de água para a população. A seca atingiu seriamente o rio dos Sinos em 2005 sendo que o leito desse importante rio secou em alguns trechos.

O fenômeno da estiagem atingiu as atividades agropastoris e pequenas lavouras que não possuíam irrigação. Isso porque o rebaixamento do lençol freático provocado pela falta de chuvas e conseqüente não alimentação das nascentes dos arroios afetou o fornecimento de água subterrânea, obtida através de poços, fonte principal de abastecimento de água na área pesquisada.

As precipitações anuais na região da BHS variam entre 1700 mm a 2400 mm em média e as temperaturas oscilam entre 14°C e 20°C . Para Nova Hartz, a EMATER (1997) encontrou uma média anual de 1800 a 2050 mm entre os anos de 1991 e 1997, sendo que aquele órgão também apontou, para o ano de 1997, as seguintes temperaturas:

Média temperatura máxima = 36,1 °C

Média temperatura mínima = 5,5 °C

Temperatura média = 19,87 °C

Ainda de acordo com EMATER (1997), os ventos predominantes de janeiro a maio são os ventos da direção sudeste; em junho, do leste e, de julho a dezembro, a maior parte dos ventos provém do nordeste.

A estação pluviométrica mais próxima encontrada na pesquisa foi a de Araricá, mantida pela CEEE entre os anos de 1962 e 1995. Os dados foram enviados pela estatal, via e-mail e estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4: Totais Mensais e Médias Anuais da Pluviosidade registradas na estação pluviométrica de Araricá entre 1962 e 1995

Precipitação - Totais Mensais e Média															
Posto:	2950001 - ARARICA														
Município:	SAPIRANGA														
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÍNIMA	MAXIMA	MÉDIA
1962											41,3	29,1	29,1	41,3	35,2
1963	197,5	125,2	124,5	43,2	53,0	44,8	80,5	171,8	191,8	286,4	218,3	71,7	43,2	286,4	134,1
1964	22,9	157,6	135,6	68,6	45,1	81,6	160,4	146,2	141,0	91,8	55,8	169,8	22,9	169,8	106,4
1965	31,8	57,8	123,6	106,0	106,4	65,4	158,4	426,8	307,0	224,2	179,0	203,2	31,8	426,8	165,8
1966	127,6	277,6	207,2	71,4	1,2	178,8	234,6	185,8	128,4	219,4	70,8	290,3	1,2	290,3	166,1
1967	143,0	92,6	83,0	42,6	55,6	102,0	67,4	99,4	393,6	82,4	100,4	61,8	42,6	393,6	110,3
1968	163,4	68,2	168,0	68,8	56,8	98,8	87,8	27,0	208,4	130,6	118,8	140,4	27,0	208,4	111,4
1969	334,4	305,6	108,0	91,6	120,8	69,2	45,6	128,8	140,2	18,1	117,2	115,9	18,1	334,4	133,0
1970	181,7	154,3	206,4	63,2	227,2	227,2	152,4	158,3	24,7	271,2	58,8	135,5	24,7	271,2	155,1
1971	199,4	291,7	241,9	120,7	90,5	163,6	90,3	200,6	82,1	37,0	79,8	146,3	37,0	291,7	145,3
1972	256,0	159,2	267,7	167,0	79,6	206,4	137,9	246,9	244,7	170,3	163,8	76,6	76,6	267,7	181,3
1973	254,5	234,6	63,2	189,5	109,2	129,2	152,2	217,6	132,8	110,6	44,6	165,2	44,6	254,5	150,3
1974	94,5	172,0	236,4	25,4	103,8	196,1	70,3	50,2	78,0	54,0	141,2	199,8	25,4	236,4	118,5
1975	84,1	246,8	213,7	58,0	90,8	133,4	38,8	275,2	218,6	102,2	126,2	83,0	38,8	275,2	139,2
1976	263,8	134,2	223,6	82,6	204,4	137,2	231,0	124,2	105,4	87,0	119,0	156,0	82,6	263,8	155,7
1977	168,8	218,6	126,8	71,2	60,2	134,4	235,0	177,6	77,6	91,2	116,1	179,0	60,2	235,0	138,0
1978	123,0	61,6	82,0	14,2	32,6	81,4	169,0	132,4	100,0	142,4	147,0	169,0	14,2	169,0	104,6
1979	17,4	96,4	170,8	121,8	157,4	77,4	126,8	83,0	126,6	121,2	166,2	123,9	17,4	170,8	115,7
1980	154,3	152,9	122,5	127,9	119,0	95,5	183,0	112,6	118,6	146,0	137,2	261,6	95,5	261,6	144,3
1981	237,1	158,8	128,4	157,8	91,4	189,6	88,4	87,4	183,4	81,4	118,2	115,8	81,4	237,1	136,5
1982	40,6	141,4	58,2	23,4	33,6	400,0	161,5	175,5	178,8	211,4	214,2	210,8	23,4	400,0	154,1
1983	203,0	260,6	214,8	151,4	215,6	147,4	390,6	209,2	87,5	186,4	146,0	112,8	87,5	390,6	193,8
1984	230,1	183,6	110,4	231,8	321,6	470,0	193,4	112,3	55,0	162,8	88,2	123,4	55,0	470,0	190,2
1985	82,0	125,8	153,2	138,6	68,0	78,4	126,8	247,0	144,8	49,4	8,8	86,2	8,8	247,0	109,1
1986	52,0	111,8	128,2	193,4	194,9	112,0	114,9	198,4	171,7	119,3	437,0	142,8	52,0	437,0	164,7
1987	159,0	179,9	72,2	139,1	192,5	196,3	294,2	318,7	175,4	153,7	218,0	161,5	72,2	318,7	188,4
1988	263,6	49,4	39,7	102,8	87,9	274,6	27,2	43,2	351,8	150,3	124,3	44,0	27,2	351,8	129,9
1989	171,1	73,5	77,2	250,2	133,7	37,4	111,7	187,2	225,9	124,5	111,7	54,5	37,4	250,2	129,9
1990	107,1	153,8	150,7	269,7	103,9	200,2	58,4	48,2	232,7	327,1	142,7	133,9	48,2	327,1	160,7
1991	59,6	108,2	77,0	185,9	62,8	152,9	127,4	137,7	101,8	90,2	71,8	163,7	59,6	185,9	111,6
1992	235,1	206,3	155,3	208,4	230,3	113,2	212,2	140,3	166,1	117,7	151,7	48,5	48,5	235,1	165,4
1993	272,5	166,3	165,1	62,5	205,0	127,2	332,6	74,5	81,3	178,2	163,8	183,3	62,5	332,6	167,7
1994	135,1	238,9	114,0	188,5	175,2	176,6	183,8	157,5	86,9	319,0	84,3	137,7	84,3	319,0	166,5
1995	170,0	129,9	120,7	134,0	85,8	142,0	350,4						85,8	350,4	161,8
Média	158,7	160,5	141,5	120,3	118,7	152,7	157,4	159,4	158,2	145,5	129,8	136,3			
NDC	9	8	8	6	7	8	8	9	9	8	7	7			
Total Anos	34														

Fonte: Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), 2007

A presença da série de morros denominada “Ferrabrás,” que circunda em “U” o município de Nova Hartz, desencadeia ventos que sofrem constantes “desvios” constituindo os chamados “pés-de-vento”. As chuvas são bem distribuídas em todas as épocas do ano. O fato da sub-bacia estar cercada por morros mantém elevada a umidade do ar e a frequência de nevoeiros (Fotografia 1), principalmente nas maiores altitudes, sendo que em todas as estações do ano a umidade mantêm-se acima de 70% .



Fotografia 1 - Nevoeiros frequentes na sub-bacia do arroio Grande
Fonte: Weissheimer, C., 2007

3.2.2 – Geologia, formas de relevo e tipos de solos

O território de Nova Hartz apresenta um relevo ondulado ao sul e montanhoso ao norte. As porções mais altas representam as primeiras elevações da Serra Geral, cuja seqüência de morros dirigem-se ao norte do país, constituindo-se na Serra do Mar. A porção sul da parte da sub-bacia estudada possui

cotas altimétricas de 20m, sendo que para norte elas aumentam alcançando, em distância menores de 4 km, altitudes superiores a 700m, onde situam-se as nascentes do arroio Grande.

A Figura 12 mostra o mapa altimétrico da área em estudo. Nele podem-se observar as classes altimétricas que variam de 20 a 700m de altura. Observa-se, destacado em azul, o trecho estudado do arroio Grande, que corta o município no sentido Norte-Sul, assim como o limite do município de Nova Hartz.

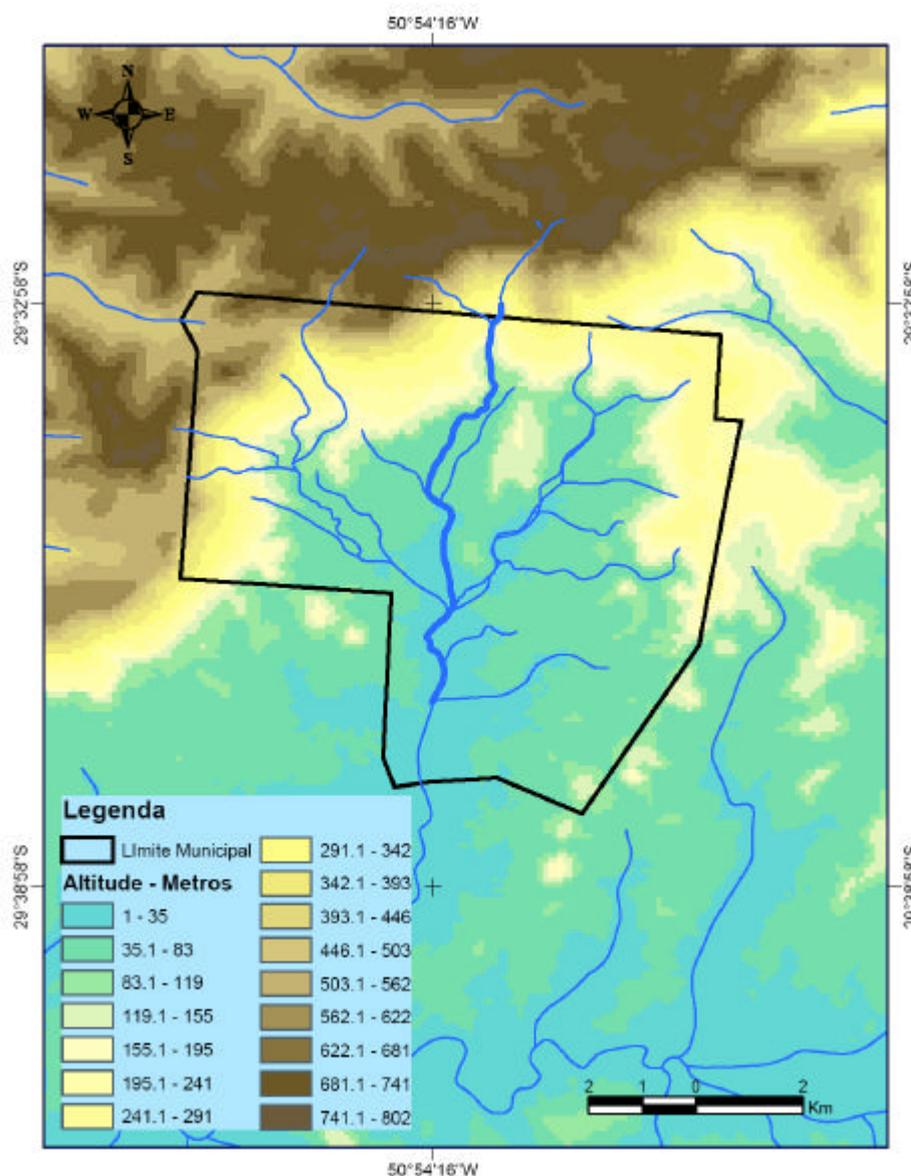
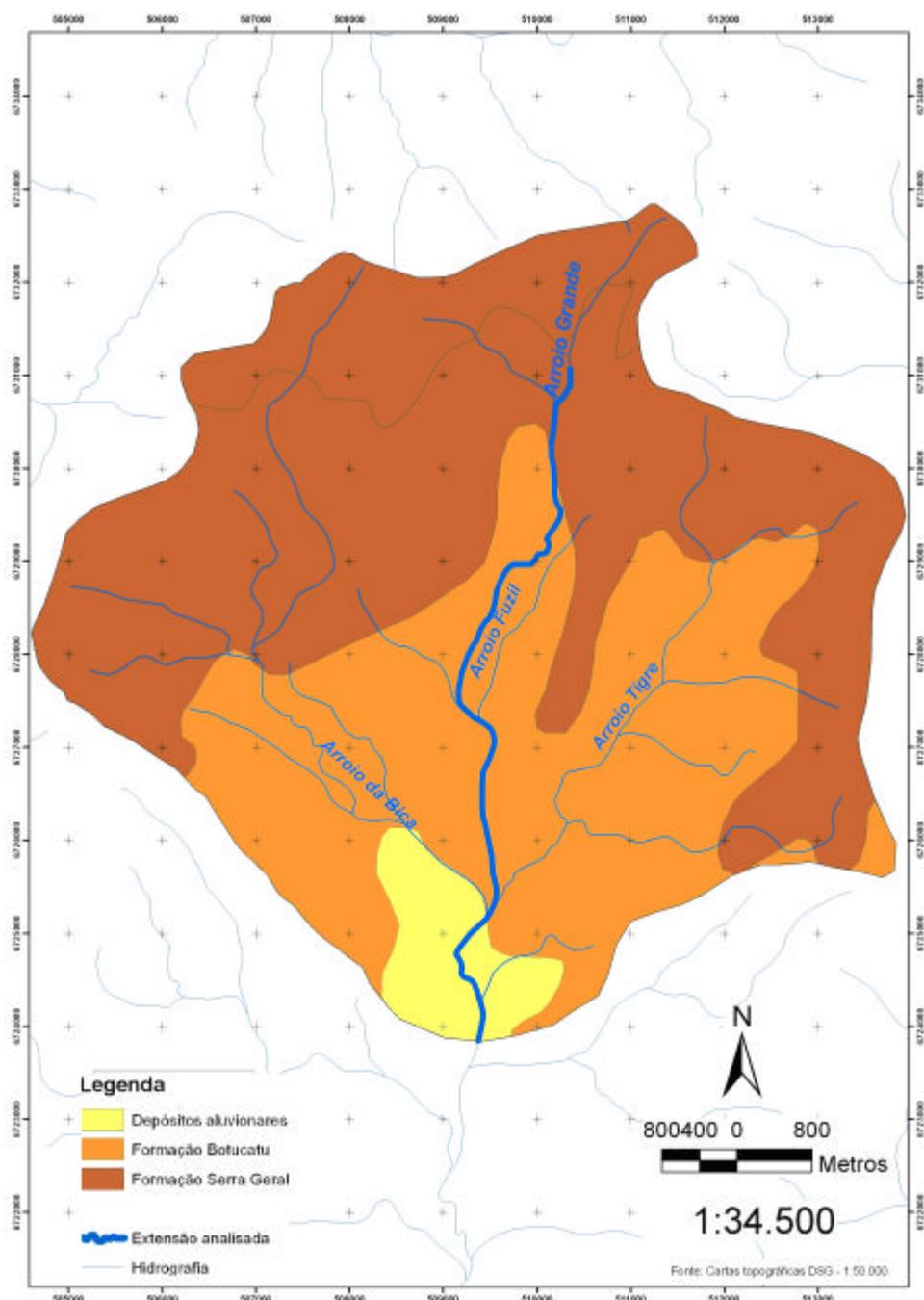


Figura 12 – Mapa altimétrico do município de Nova Hartz
Fonte: GEOFEPAM, 2006

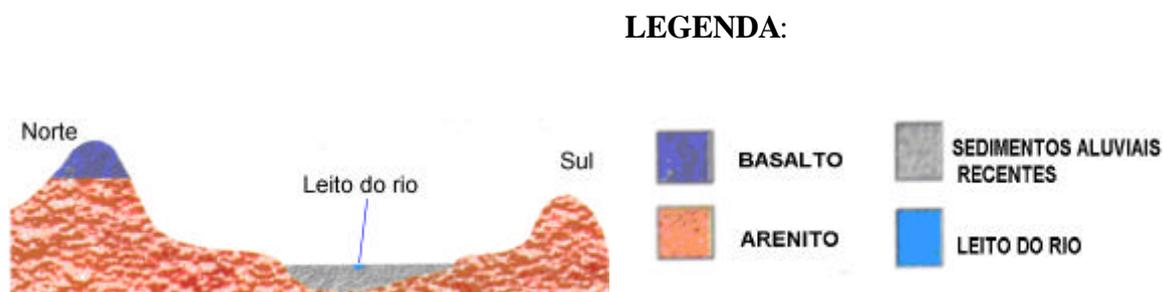
O município de Nova Hartz encontra-se em área de transição entre a borda do Planalto Meridional e a Depressão Central, apresentando os seguintes elementos do perfil topográfico: formação Serra Geral, formação Botucatu e depósitos aluvionares. A Figura 13 apresenta o mapa das principais unidades geológicas na sub-bacia do arroio Grande, gerado a partir dos dados do Projeto RADAM/BRASIL 2003.



**Figura 13 – Mapa das unidades geológicas na sub-bacia do arroio Grande segundo Projeto RADAM/BRASIL
Fonte: GEOFEPAM, 2007**

Observa-se no mapa acima o derrame basáltico envolvendo a sub-bacia, ao norte, tendo na parte central, justamente onde se localiza a área urbana, o substrato permeável representado pela formação Botucatu.

A Figura 14 apresenta um perfil topográfico característico da BHS que mostra as principais formações geológicas que cobrem também a área em questão, a saber: os derrames basálticos (em azul), a formação Botucatu (em cor laranja) e os depósitos aluvionares mais recentes (em cor cinza), sendo que no centro desse último encaixa-se o leito do rio dos Sinos.



**Figura 14 – Perfil geológico em corte da bacia hidrográfica do rio dos Sinos.
Fonte: COMITESINOS, 1998 (modificado)**

Segundo Szubert et. al. (1994), os derrames basálticos encontram-se ao norte, constituindo-se na formação Serra Geral, unidade I do mapa da Figura 15. Nestes derrames situam-se as cabeceiras dos principais arroios que drenam o município e fluem em direção às porções sedimentares mais baixas, onde se situa a área urbanizada. Essa unidade geológica destaca-se pela sua importância como área de recarga dos aquíferos e mananciais hídricos da sub-bacia do arroio Grande. Na Figura 15 pode-se observar a formação Serra Geral circundando, em forma de ferradura, a área urbana de Nova Hartz. As diáclases encontradas nas rochas desta formação constituem pontos fracos de ataque por parte da erosão e podem estar relacionados à suscetibilidade das rochas que provocaram os deslizamentos de terra em 1992.

Os arenitos são encontrados a partir da cota de 80m em direção ao sul e abaixo dos derrames basálticos, circundando a área urbana do município: constituem a unidade II do mapa da Figura 15. Os arenitos permeáveis com estratificação cruzada de grande porte podem ser visualizados nos paredões que compõem as quedas de água, como o da cascata vista na Fotografia 2. Esta formação de origem eólica constitui a Fácies Eólica (dunas) da Formação Botucatu. O arenito Botucatu, devido a sua permeabilidade, abriga o principal aquífero da região, o aquífero Guarani.

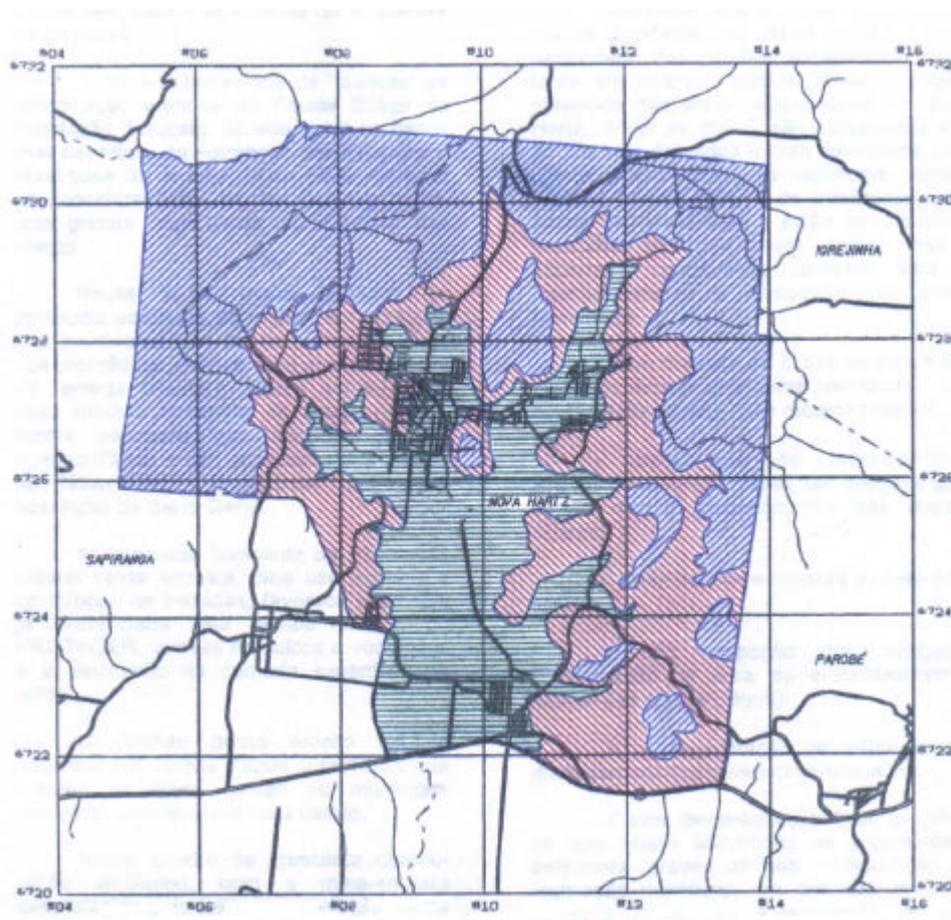


Figura 15 - Mapa das formações geológicas do município de Nova Hartz segundo METROPLAN/CPRM, 1994

Escala 1 : 85. 000

LEGENDA:

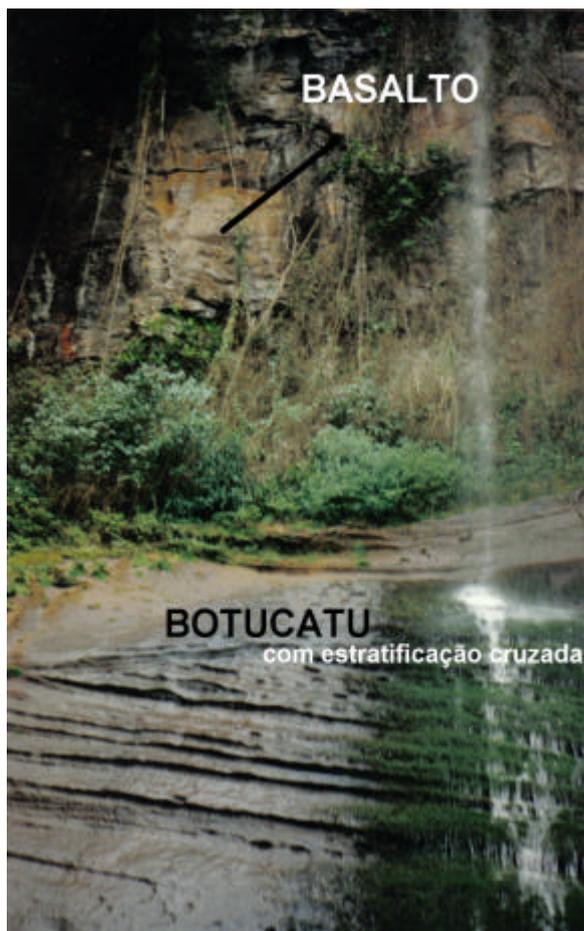
		
Unidade I	Unidade II	Unidade III
Formação Serra Geral	Formação Botucatu	Depósitos Quaternários

Fonte: modificado do caderno Proteger – O Potencial Hídrico de Nova Hartz - METROPLAN/CPRM (1994)

A Fotografia 2 mostra a cascata no arroio da Bica de aproximadamente 70 m de altura, sendo que a metade superior é formada pelo derrame basáltico sobre o Botucatu que ocupa a parte inferior. A Fotografia 3 mostra um detalhe desta sobreposição, observando-se as marcas da estratificação cruzada de grande porte.



Fotografia 2 – Cascata no arroio da Bica
Fonte: Weissheimer,C., 1996



Fotografia 3 – Detalhe do basalto sobre o Botucatu
Fonte: Weissheimer,C. ,1996

Em torno da cota de 40m encontra-se o nível de base de erosão da área municipal de Nova Hartz, formado pelos depósitos quaternários – unidade III, que recobrem os arenitos argilosos da Fácies Interdunas da Formação Botucatu. Geralmente esta unidade apresenta uma cobertura de 3 a 4 m de espessura de lateritos argilosos de baixa permeabilidade sobre os quais estão instalados os arroios da Bica, Tigre e Fuzil, formadores do arroio Grande. Esse arroio encontra-se

entulhado por sedimentos provenientes da erosão da meia-encosta, constatados em observações de campo. Segundo Szubert et. al. (1994), o uso da água subterrânea nesta unidade é restrito a pequenas demandas, sendo que o mesmo fica mais comprometido quanto mais próximo de cursos de água que recebem efluentes industriais e domésticos.

Com a apresentação do quadro geológico da área da sub-bacia do arroio Grande, caracterizada por uma faixa semicircular de derrames basálticos com forte gradiente para as porções internas, compreende-se os caminhos das águas, provenientes das cabeceiras dos arroios em direção à região central, onde se localiza a área urbana. Dessa forma, as águas das chuvas, em solos desprotegidos de vegetação, alcançam as áreas urbanizadas levando grande quantidade de sedimentos, provocando erosão e assoreamento, verificados em diversos pontos do trecho do arroio estudado. Uma grande quantidade de água é represada em um nível de erosão aplainado nas proximidades da cota de 40m em cursos de água mal drenados com baixo gradiente e já bastante assoreados, a jusante da área urbana central. As precipitações elevadas e bruscas nas cabeceiras dos arroios, situadas a curta distância e considerável altitude, podem provocar o extravasamento das águas dos arroios, resultando em enchentes e todos os danos delas decorrentes. Esse quadro é resultado de uma soma de fatores naturais e antrópicos que afetam a parte da sub-bacia hidrográfica do arroio Grande em questão.

Segundo Orlandi F^o et. al. (1994), uma longa dissecação provocada pelo arroio Grande e seus afluentes e a presença de falhamentos compuseram nesta sub-bacia, sistemas de relevos que correspondem à encosta abrupta, morros-testemunho, vertentes convexo-côncavas e planície aluvial constituindo-se estes nos principais aspectos geomorfológicos da sub-bacia.

A unidade de relevo encosta abrupta ocorre a NNE a partir da cota de 200m atingindo os 700m. Caracteriza-se pela predominância de declividades entre 30% e 45%. As nascentes do arroio Grande tem nessa encosta suas origens. Existem inúmeros desníveis que ocasionam as quedas de água encontradas no percurso do arroio Grande a partir de cotas bem menores, próximas à área urbana, como pode ser visualizado no conjunto das fotografias 4, 5 e 6.



Fotografia 4 - Cascata no arroio Grande, sobre basalto
Fonte: Weissheimer, C., 1996



Fotografia 5 - Cascata no arroio Grande, sobre Botucatu
Fonte: Weissheimer, C., 2006



Fotografia 6 - “Rumbolposs”: área de banho no arroio Grande
Fonte: Weissheimer, C., 2006

Os morros testemunhos fazem parte da unidade de relevo que, como o nome denota, testemunham o que resta na paisagem de uma época passada onde as altitudes nesta área eram bem maiores. A Fotografia 7 mostra o morro da Canoa, de formato piramidal, denominado geomorfologicamente como morro testemunho.



Fotografia 7 - Morro da Canoa como unidade geomorfológica: morro testemunho
Fonte: Weissheimer, C., 2006

Na unidade de relevo de Vertentes Convexo-Côncavas a fisionomia destes morros pode ser descrita da seguinte forma: da meia encosta em direção ao topo a vertente apresenta-se de forma convexa, registrando algumas rupturas de declive, porém, na base, apresenta uma certa concavidade.

A Planície Aluvial corresponde a uma superfície relativamente plana, formada por depósitos aluviais recentes, muito argilosos. Possui trechos com altitude inferior a 20m. Essa unidade, na sub-bacia do arroio Grande possui uma individualidade na paisagem caracterizada pelo material de acumulação.

A maioria dos solos da área de estudo se desenvolveu a partir de rochas eruptivas básicas, principalmente o basalto. Sua utilização pode ser limitada em relevos mais íngremes, podendo apresentar aí fertilidade baixa. Segundo o mapa de solos da Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul (1985), o solo de Nova Hartz é do tipo podzólico – brunizem, contendo nas áreas mais baixas o solo hidromórfico. Segundo Lepsch (1976), os solos podzólicos prestam-se relativamente bem à agricultura desde que não estejam situados em áreas de relevo com forte declividade. Nessas condições, são extremamente susceptíveis à erosão hídrica. O mesmo autor também comenta que, devido à baixa fertilidade e acidez, os solos podzólicos necessitam uso adequado de corretivos e fertilizantes para que o cultivo seja favorável.

3.2.3 – Águas Superficiais e Subterrâneas

Convém lembrar que os padrões e densidade da drenagem de uma região dependem do tipo de substrato rochoso. Nessa parte da sub-bacia do arroio Grande, a Formação Serra Geral, localizada entre as altitudes de 80 m a 700 m, formada por derrames basálticos com acumulação de água de precipitação nas zonas de contato entre os derrames, ou seja, áreas de recarga dos aquíferos, são de especial interesse hidrogeológico local e devem ser preservadas. A maior parte desta água escoar para as partes baixas e sedimentares desta sub-bacia. A captação da água nesta formação rochosa se dá através de nascentes e poços escavados para abastecimento doméstico nas pequenas propriedades rurais (SZUBERT, et. al. 1994)

O substrato rochoso da Formação Botucatu, encontrado aflorante desde a cota de 40m até 100m, é formado por arenitos finos e médios de matriz argilo-siltítica e estratificação cruzada de grande porte. Essa formação contém o principal aquífero da região, devido à boa permeabilidade e posição na meia encosta, junto à área basáltica de recarga. Aí são encontrados poços cavados, como o da fotografia 8, situado em residência rural, com apenas 7 m de profundidade e há mais de cem anos em uso e, segundo o proprietário, sem nunca ter secado. A fotografia 9 mostra a captação de água de nascente no arroio Grande. A água é retirada através de mangueira e conduzida até a propriedade, onde é utilizada para todos os fins. A característica de boa permeabilidade desse substrato rochoso o torna frágil, pois não só a água tem facilidade de atingir o lençol freático, mas também outras substâncias que são depositadas na superfície do solo.



**Fotografia 8 - Poço cavado, em Arroio da Bica
Fonte: Weissheimer, C., 2006**



**Fotografia 9 – Captação de água de nascente no arroio Grande
Fonte: Weissheimer, C., 2006**

3.2.4 – Biota: vegetação e fauna

De acordo com o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do rio dos Sinos, (COMITESINOS), são cinco as províncias ambientais que compõem a biota da BHS, publicadas no caderno alusivo aos seus 10 anos, em 1998 (Figura 16)

Províncias Ambientais da Bacia do Rio dos Sinos



LEGENDA

-  Província ambiental I
Campos de Cima da Serra
-  Província ambiental II
Floresta subtropical
-  Província ambiental III
Campos e matas baixas
-  Província ambiental IV
Várzeas e banhados
-  Província ambiental V
Banhados das partes baixas

Figura 16 – Províncias ambientais que compõem a biota da BHS
Fonte: COMITESINOS, 1998

A análise da Figura 16 permite identificar para a parte da sub-bacia do arroio Grande estudada, duas províncias: a província ambiental II, composta predominantemente pela floresta subtropical (no mapa em azul), situada entre as cotas de 30 até 700 m acima do nível do mar e a província ambiental III, onde os campos e matas baixas (no mapa em amarelo) prevalecem na paisagem, situados em cotas abaixo de 30m e sobre solos aluvionares.

Quanto à vegetação, a maior parte da cidade de Nova Hartz está inserida na região fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual.

Na região da Floresta Estacional Semidecidual, o clima é classificado como úmido, sendo que o período de frio é responsável pela estacionalidade fisiológica das plantas. Divide-se em três formações: Floresta Aluvial, Floresta das Terras Baixas e Floresta Submontana.

A Floresta Aluvial (até 40m acima do nível do mar), encontrada em Nova Hartz na estrada RS 464 que dá acesso a sede municipal vindo da RS 239, é representada por espécies vegetais como o sarandi-amarelo (*Terminalia australis*), o salseiro (*Salix humboldtiana*), o branquilha (*Sebastiania klotzchiana*), o ingá (*Ingá marginata*), além de quantidade de taquaraçu (*Bambusa trinii*) e jerivás (*Arecastrum romanzofianum*), maricás (*Mimosa bimucromata*), conforme mostra a Fotografia 10 e corticeira do banhado (*Eritrina crista-galli*). Um morador local calcula que o desmatamento destas formações vegetais na área foi de 95% desde a década de 1960. Naquela ocasião havia três granjas de arroz que utilizavam a água do arroio Grande para irrigação, sendo que na década de 1970 houve a necessidade de abrir um canal para trazer água do arroio da Bica para irrigar as lavouras, pois o arroio Grande apresentava deficiência de água em época de menor precipitação.



Fotografia 10 - Espécies típicas de Floresta Aluvial, área com Maricás
Fonte: Weissheimer, C., 2006

A Floresta de Terras Baixas é uma formação restrita às planícies inundáveis do rio dos Sinos, não tendo representatividade no município pelo fato do mesmo não ter proximidade ao rio. Porém algumas espécies características desta formação são encontradas na área estudada devido à sua dispersão natural, como angicos (*Parapiptadenia rígida*), figueiras (*Fícus sp*) e canjeranas (*Cabralea canjerana*).

A Floresta Submontana é a formação mais extensa da região estudada, localizando-se em área de relevo ondulado a fortemente ondulado, em altitudes de 30 até 700 m acima do nível do mar, onde se situa a maior parte da sub-bacia do arroio Grande. A fotografia 11 mostra os morros cobertos, em parte, pela vegetação da Floresta Estacional Semidecidual. Notam-se manchas uniformes de vegetação que caracterizam as culturas de exóticas, como acácias e eucaliptus.



**Fotografia 11 – Morros cobertos, em parte, pela Floresta Estacional Semidecidual
Fonte: Weissheimer, C., 2007**

Com a mudança do perfil das atividades econômicas dessa região, ou seja, abandono das áreas tradicionalmente utilizadas para a agricultura colonial e conseqüente aumento da concentração populacional junto ao núcleo urbano e industrial, a vegetação secundária nos diversos estágios sucessionais passou a desenvolver-se em extensas áreas. Iniciou-se, assim, a recuperação das matas nativas.

Atualmente, os grandes agrupamentos florestais remanescentes encontram-se em áreas de maiores altitudes e declividades, portanto áreas de difícil acesso. Também se encontram remanescentes dessas matas entremeadas com áreas destinadas ao florestamento com acácia negra (fotografia 14), eucaliptus e pinus eliotis, além de áreas desmatadas nas encostas dos morros, onde o solo encontra-se

exposto, como pode ser observado em vários pontos da parte da sub-bacia estudada (fotografia 12 e 13).



Fotografia 12 – Desmatamento: encosta de morro em área urbana de Nova Hartz Fonte: Weissheimer, C., 2006



Fotografia 13 – Desmatamento: clareira na encosta de morro em área rural de Nova Hartz Fonte: Weissheimer, C., 2006

Portanto, as matas das encostas, de maneira geral, não se apresentam mais na sua forma primária. Segundo relato de moradores mais antigos, o incêndio ocorrido em meados da década de 1940 em parte dos morros, na divisa com Araricá e em direção à localidade de Canudos, alterou significativamente a vegetação. Isto fez com que a constituição e estruturas atuais denotem características de uma formação secundária em partes que poderiam ser remanescentes da mata original. Observou-se que apenas nos pontos mais inacessíveis ao alcance da ação humana, a mata apresenta alta densidade de indivíduos e alta diversidade específica com predominância de espécies características de uma formação madura (clímax), como o cedro, o catiguá, a guabiroba, o louro-pardo, a paineira e o tarumã. Na maior parte das matas remanescentes em encostas de morros existe uma mistura de espécies da formação clímax com espécies características de formação secundária, o que confere às matas um aspecto bastante heterogêneo.



Fotografia 14 – No centro da foto: plantação de acácia
Fonte: Weissheimer, C., 2006

Essa riqueza florística pôde recentemente ser comprovada através de um levantamento da vegetação realizado pela Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB) – documento não publicado, em 2000, onde foram descritos 7 tipos de formações vegetais para o município de Nova Hartz: campos, áreas de cultivo, capoeira, banhados, matas de encosta, matas ripárias e áreas de reflorestamento. Em resultados preliminares, foram encontradas 118 espécies, distribuídas em 107 gêneros e 62 famílias. Infelizmente, esse estudo não foi concluído, segundo a FZB, por falta de cumprimento do convênio por parte da Prefeitura Municipal de Nova Hartz na gestão 2000 – 2004.

A fauna local está representada principalmente pela avifauna, constatada através da visualização direta e/ou audição, como sabiá, joão-de-barro, garça, saracura, jaçanã, maçarico, socó, aracuã, urubu, pomba-do-mato, suiriri, beme-te-vi, gralha-azul, quero-quero, canarinho-da-terra, tucano, coleirinho, beija-flor, coruja, anu-preto, anu-branco, gavião, trinca-ferro, cambacica, andorinha, pica-pau, tico-tico, pardal, martim-pescador, cardeal, saíra, entre outros. Merece destaque a presença de aves mais raras de serem encontradas em áreas mais povoadas, como tucanos, vistos bem próximos à área urbana central e a gralha-azul, essa última observada em área rural de maior altitude devido à existência de araucárias dispersas nas matas.

Uma prática ilegal que ainda persiste no município é a apreensão de aves silvestres para criação em cativeiro ou mesmo comércio. Também ainda existe a caça ilegal de tatus, lebres, gambás, graxains, lontras e macacos bugio. Há relatos de captura e sacrifício de bugios, pois alguns colonos acreditam que a gordura deste animal pode ser usada na cura da artrose. Algumas aves são mortas devido ao estrago que elas causam nas lavouras e açudes, como saracuras e o martim-pescador.

A fotografia 15 mostra uma armadilha colocada na saída da toca de tatu para aprisioná-lo, localizada na margem de um canal de drenagem em um loteamento, na localidade de Campo Vicente. Nos relatos de moradores das proximidades a caça de tatu é comum, pois sua carne é apreciada por muitos caçadores.



Fotografia 15 – Armadilha para capturar tatu
Fonte: Weissheimer, C., 2006

Existe um representativo número de lagartos na área urbana, provavelmente devido a uma tradição ainda persistente de plantio de aipim, milho e outras culturas em terrenos baldios. Estes ambientes servem de abrigo a esses animais assim como a presença de algumas manchas de matas e de banhados dentro do perímetro urbano favorecem a existência dessas espécies e sua convivência com os seres humanos. Por outro lado, nesse município, a criação de aves em área urbana, embora proibida em lei, não é fiscalizada e, pode-se afirmar, é algo tolerado entre os moradores. Devido a esses fatos, muitos desses animais silvestres são mortos porque em sua dieta incluem-se, por exemplo, ovos de galinha.

3.3 – Aspectos sócio-ambientais do município de Nova Hartz

3.3.1 – População e aspectos sócio-econômicos

Segundo censo (IBGE 2003), a população de Nova Hartz era de 17.261 habitantes em 2003. A densidade demográfica, no mesmo ano, foi calculada em 275,6 hab/km² e a taxa de urbanização na ordem de 87,1%. A alta taxa de crescimento demográfico é resultante da vinda de migrantes de outras regiões em busca de emprego na indústria calçadista. O município de Nova Hartz foi criado em 02 de dezembro de 1987, através da Lei n° 8429, desmembrado do município de Sapiranga.

Segundo o Observatório de Políticas Urbanas e Gestão Municipal – IPPUR/UFRJ-FASE (2003), as cidades da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), entre 1991 e 2000, que apresentaram incremento populacional acima da média nacional (no total de 17) estão, em sua maioria, em áreas limítrofes à capital e em sua área de expansão urbana. Entre os anos citados, Nova Hartz foi, dos 31 municípios da RMPA, o segundo em crescimento populacional, apresentando o índice de 4,65% .

A área total do município é de 58,72 km², sendo que até a presente data, desses, calcula-se que apenas 8,38 km² sejam ocupados pela área urbana e que 50,34 km² sejam ocupados pelas áreas rurais, segundo informação da Prefeitura Municipal. Com a aprovação do novo Plano Diretor em sua atual redação, esses números sofrerão modificações, pois partes de áreas rurais pertencentes atualmente às localidades de Arroio da Bica e de Campo Vicente, serão transformadas em urbanas.

O Quadro 5, publicado no Jornal NH, de Novo Hamburgo, em 16/08/2005, apresenta os índices de migração em relação ao crescimento vegetativo.

Quadro 5: Crescimento populacional e migrações: comparativo entre os cinco municípios com maiores índices de migração na região.

Município	Pop. 2000	Pop. 2004	Cresc. Pop.	Migrações	Cresc. Veg.
Araricá	4.032	4.580	548 (8,8%)	329 (60,04%)	219 (39,96%)
Dois Irmãos	22.435	26.406	3.971 (8,49%)	2.975 (74,92%)	996 (25,08%)
Ivoti	15.318	17.443	2.703 (8,78%)	1.421 (66,87%)	704 (33,13%)
Nova Hartz	15.071	17.774	2.703 (8,47%)	1.902 (70,36%)	801 (29,64%)
Nova Santa Rita	15.750	18.765	3.015 (8,39%)	2.429 (80,56%)	586 (19,44%)

Fonte: Jornal NH, 16/08/2005

Observa-se no quadro acima que o crescimento populacional em Nova Hartz deve-se principalmente às migrações (mais de 70%), sendo que os quase 30% restantes correspondem ao crescimento populacional vegetativo. Nova Hartz é um dos municípios que mais receberam migrantes no Vale do rio dos Sinos nos últimos anos.

O Quadro 6 apresenta a produção agrícola, segundo dados referentes a 2001 do IBGE, em ordem decrescente de quantidade de produção.

Quadro 6: Produção agrícola do município de Nova Hartz, referente ao ano de 2001

PRODUTO	QUANTIDADE (em ton.)	ÁREA PLANTADA (em ha)
Mandioca	1.500	150
Batata-inglesa	270	45
Cana-de-açúcar	260	10
Milho	238	95
Batata-doce	135	15
Melancia	50	5
Feijão	38	32
Cebola	30	5
Tomate	30	1

Fontes: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2003; Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

Os produtos agrícolas mais produzidos continuam sendo a mandioca, a batata e o milho, culturas que exigem tratamento do solo com fertilizantes e adubos. Em visita às propriedades rurais para levantamento de dados, alguns colonos relataram casos de intoxicação com agrotóxicos usados no plantio das batatas.

Na pecuária, segundo censo de 2003 do IBGE, dados de 2001, o município contava com 1.719 cabeças de bovinos, 747 cabeças de suínos e 116 cabeças de equinos. Esse número é significativo para um município com menos de 60 km² e com extensas áreas com topografia imprópria para a criação de gado. Dessa forma, a pecuária se concentra na área de várzea, que possui, todavia, inúmeras áreas úmidas cuja preservação é protegida em lei.

Os produtos da silvicultura em Nova Hartz no ano de 2001 foram: carvão vegetal= 46 ton; lenha = 7.009 m³ produzidos; madeira em tora = 50 m³ e acácia-negra (casca) = 96 ton. produzidas (IBGE,2003). As manchas de plantio de exóticas podem ser facilmente observadas na paisagem das encostas de morros e em áreas planas mais altas (patamares).

Quanto ao abastecimento de água, o Quadro 7 apresenta os dados do censo IBGE dos anos de 1991 e de 2000:

Quadro 7 – Proporção de moradores por tipo de abastecimento de água, nos anos de 1991 e 2000

Proporção de Moradores por Tipo de Abastecimento de Água		
Abastecimento Água	1991	2000
Rede geral	-	4,7
Poço ou nascente (na propriedade)	98,5	94,5
Outra forma	1,5	0,8

Fonte: IBGE/Censos Demográficos

Observa-se que em Nova Hartz persiste o abastecimento público através de poços artesianos, sem tratamento prévio. A rede geral citada no Quadro 7 refere-se a algumas redes de distribuição de água subterrânea em loteamentos.

3.3.2 – O processo de ocupação humana

Segundo pesquisa efetuada por Rossato (2005), o período mais intenso de urbanização no vale do rio dos Sinos ocorreu entre as décadas de 1970 e 1990 e, especialmente em Nova Hartz, na década de 1980. Em seu trabalho, a autora menciona os dois momentos marcantes do processo de ocupação humana: o primeiro período corresponde ao da colonização alemã e o segundo, o período da industrialização.

Niewöhner (2007) relata que por volta de 1846/47, os irmãos Jakob e Wilhelm Hartz constituíram as primeiras duas famílias a se estabelecerem no local onde hoje se situa Nova Hartz. O autor descreve as dificuldades encontradas por esses pioneiros, que para garantir sua sobrevivência, inicialmente foram obrigados a caçar e pescar. Aos poucos, foram derrubando o “mato virgem”, abrindo espaço para as roças e poteiros, onde poderiam confinar seus animais domésticos. A natureza proporcionou a madeira que necessitavam. Para cozinhar, por exemplo,

uma chapa de ferro sobre as pedras servia de fogão. A lenha constituía-se de troncos inteiros de árvores nativas colocadas aos poucos por baixo da chapa. Os telhados das primeiras casas eram confeccionados também a partir da madeira, dividida em pequenas tábuas. A iluminação era feita através de tochas alimentadas com banha. Só mais tarde a banha foi substituída pelo querosene. Para fazer o pão, era usada a farinha de milho misturada à raspa da planta cará, encontrada abundantemente na região.

Por muito tempo o local era conhecido como “Picada Hartz”. “Picada” era o nome dado ao caminho aberto em meio à mata para chegar ao lote comprado. A junção do nome “picada” ao sobrenome da primeira família que chegou ao local formou o nome Picada Hartz, usado até a emancipação do município, em 1988, quando então passou a chamar-se Nova Hartz.

O arroio Grande foi um marco geográfico delimitador na região, pois dividia ora distritos, ora municípios, como aparece na cartografia mais antiga, datada de 1870. No Museu Histórico de Nova Hartz encontra-se uma “planta topográfica” de 1870 que só pode ser fotografada. A Figura 17 é a fotografia da parte do mapa com as referências, título e ano e a Figura 18 mostra a foto da parte do mapa de 1870 que apresenta a divisa entre dois municípios, na época, São Leopoldo e Taquara. A divisa territorial entre aqueles dois grandes municípios era o arroio Grande. Ao entrevistar-se um dos moradores do município - Sr. Adolar Haag – conta ele que tinha de sair de São Leopoldo duas vezes ao dia para tocar o sino em Taquara. Atualmente, estes municípios nem mesmo fazem limite entre si, devido às inúmeras emancipações e desmembramentos de seus territórios que deram origem a outros municípios.



Figura 17 – foto da referência do mapa de 1870.

Fonte: Museu Histórico de Nova Hartz



Figura 18 – foto de parte do mapa de 1870

Fonte: Museu Histórico de Nova Hartz (modificado)

Naquela época, por volta da metade do século XIX, à margem direita do arroio Grande situava-se São Leopoldo e à sua margem esquerda, Taquara. Sabe-se, a partir dos relatos dos entrevistados, que isto nunca representou problema para as relações entre as famílias que ali se instalaram. Apesar de a localidade ter sido “cortada” geograficamente pelo arroio Grande, na verdade, ele foi marco

aglutinador devido às várias atividades que dele dependiam, como a agricultura minifundiária e a indústria rudimentar representada pelas atafonas nas primeiras décadas do século XX. Atualmente o arroio Grande corta longitudinalmente todo território municipal. A descrição mais detalhada dos impactos e mudanças no cenário sócio-ambiental dessa região no processo histórico será abordada no capítulo 4.

O segundo período, destacado por Rossato (2005) caracterizou-se pela vinda maciça de migrantes de outras regiões do Estado do Rio Grande do Sul e do norte do estado de Santa Catarina para trabalharem nas fábricas de calçados que estavam se instalando no local por volta de 1950. Esse período marca a expansão da indústria calçadista no vale do rio dos Sinos. A grande demanda por mão-de-obra na indústria não só atraiu esses migrantes como também retirou da agricultura, que já apresentava dificuldades por falta de incentivos e apoio governamental, a mão-de-obra para sua sobrevivência, representando o êxodo rural local. O abandono das lavouras instaladas nas encostas dos morros, por outro lado, promoveu a recuperação das florestas, segundo relatos dos moradores e documentos fotográficos antigos (Figura 20). Observam-se nessa foto da década de 1930 (Figura 19), as manchas de florestas apenas nos topos dos morros. As demais áreas foram utilizadas para plantio de espécies exóticas, pasto para o gado e, principalmente, plantio da mandioca, entre as décadas de 1930 e 1950.



Figura 19 – Os morros ocupados por plantações, em 1930
Fonte: Museu Histórico de Nova Hartz

A Figura 20 mostra o início da recuperação da cobertura vegetal dos morros na década de 1970.



Figura 20 – Recuperação da vegetação nos morros, década de 1970

Fonte: Museu Histórico de Nova Hartz

A migração do 2º período é um processo ainda presente no município de Nova Hartz. Rossato (2005) lembra que a maioria desses migrantes vem da região noroeste do Estado, do oeste de Santa Catarina e do sul do Paraná, atraídos pela oferta de emprego na indústria calçadista. Além disso, o fato de parentes estarem ali estabelecidos e em melhor situação de vida, motiva os demais membros da família a migrarem, segundo relato de muitos deles. A mesma autora destaca:

“As transformações que ocorreram na cidade de Nova Hartz são visíveis e profundas. O número de habitantes que aumentou assustadoramente, de forma desordenada e em pouco tempo, fez da cidade um aglomerado de habitantes. Ela cresceu sem planejamento” (ROSSATO, 2005).

A migração mais expressiva ocorreu na década de 1980 tendo continuidade nos anos seguintes, como pode ser visualizado no Gráfico 1, que apresenta a evolução urbana de Nova Hartz em relação ao crescimento demográfico.

Gráfico 1 – Evolução Urbana de Nova Hartz



Fonte: Niewöhner (2007)

A falta de planejamento e de fiscalização quanto ao cumprimento das regras e leis para as obras civis, tanto públicas como particulares, continua sendo uma das fontes geradoras dos problemas sócio-ambientais verificados no município. Ainda hoje, a cidade não possui saneamento básico adequado, tendo bairros sem rede de esgoto, ruas não calçadas, terrenos sem padronização e água não-potável, pois uma parcela mínima da população tem acesso à água tratada.

3.3.3 – Principais problemas sócio-ambientais

Os problemas ambientais não podem ser vistos puramente pela ótica da degradação ambiental por si, pois a dependência que o ser humano possui dos recursos naturais faz com que os problemas do ambiente sejam também problemas referentes ao bem-estar e sobrevivência da espécie humana. Assim, não há como desvincular estes dois aspectos, o natural e o humano, sendo que na descrição dos aspectos até agora vistos foram apontados vários problemas sócio-ambientais.

Brito e Sattler (2002) apresentaram o trabalho “Avaliação de Sustentabilidade Urbana da Cidade de Nova Hartz” no II Congresso Brasileiro de Direito Urbanístico, realizado em 2002, no qual os autores destacaram o potencial de recursos naturais do município, como a biodiversidade, contrapondo-se com os impactos ambientais advindos da urbanização. Apontam os autores, como principais problemas ambientais: o uso inadequado do solo na área rural, ausência de critérios para expansão urbana, a precariedade de infra-estrutura, como abastecimento de água sem tratamento e falta de tratamento de esgotos, tipos inadequados de pavimentação que causa impermeabilização do solo e a disposição inadequada de resíduos industriais.

Observa-se que a maioria dos problemas sócio-ambientais são mais acentuados onde as condições do ambiente são menos favoráveis à ocupação

humana, como em áreas inundáveis, em áreas com acentuada declividade, em margens de corpos hídricos e sobre solos fragilizados.

Nestas áreas ocorrem as enchentes, os deslizamentos, o assoreamento dos leitos dos mananciais hídricos, a erosão dos solos e as voçorocas e a conseqüente perda da camada fértil do solo. A aptidão natural destas áreas contra-indica seu uso. Não é por acaso que muitas destas áreas (topos de morros, margens de arroios, áreas alagáveis, áreas com acentuada declividade, entre outras) são decretadas em lei como Áreas de Preservação Permanente (APP's). Suas características intrínsecas dificultam o uso antrópico por não apresentarem os requisitos mínimos exigidos, como estabilidade, capacidade de suporte e salubridade. Ressalta-se que não apenas as construções civis são extremamente contra-indicadas, mas também a interferência humana através da deposição de resíduos e do lançamento de efluentes. Mas o que se observa na maioria dos municípios com altos índices de expansão demográfica, é justamente a ocupação dessas áreas pela população menos privilegiada economicamente e a expansão dos loteamentos aterrados sobre áreas inundáveis, solução encontrada por muitas administrações municipais com menos custos financeiros e menos ônus político para os administradores, mas, evidentemente, com custos muito mais altos para a população, pelo agravamento dos problemas sócio-ambientais decorrentes dessas intervenções técnica e ambientalmente incorretas.

Pelas observações realizadas em campo e confirmadas nas entrevistas, a realidade acima descrita se repete no município de Nova Hartz, constatando-se que, muitas vezes, uma causa básica é responsável pelo desencadeamento de uma sucessão de problemas sócio-ambientais.

Na inundação ocorrida em 1992 no município de Nova Hartz, a intensa chuva nas cabeceiras dos arroios acarretou uma descida abrupta e violenta de um grande volume de água e sedimentos, provocando deslizamento de terra nos morros e transbordamento das águas dos arroios na área central urbana. Esse desastre deixou inúmeros desabrigados, causou a morte de uma menina e enormes prejuízos aos estabelecimentos comerciais e industriais, com a paralisação de várias

atividades econômicas por vários dias. Orlandi F^o et. al. (1994) registraram algumas fotos (Figura 21).

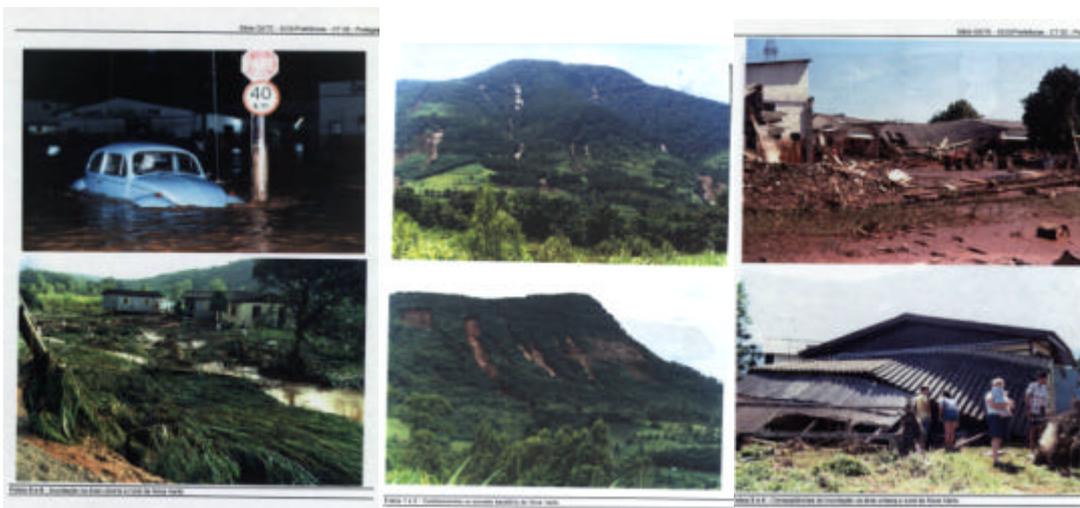
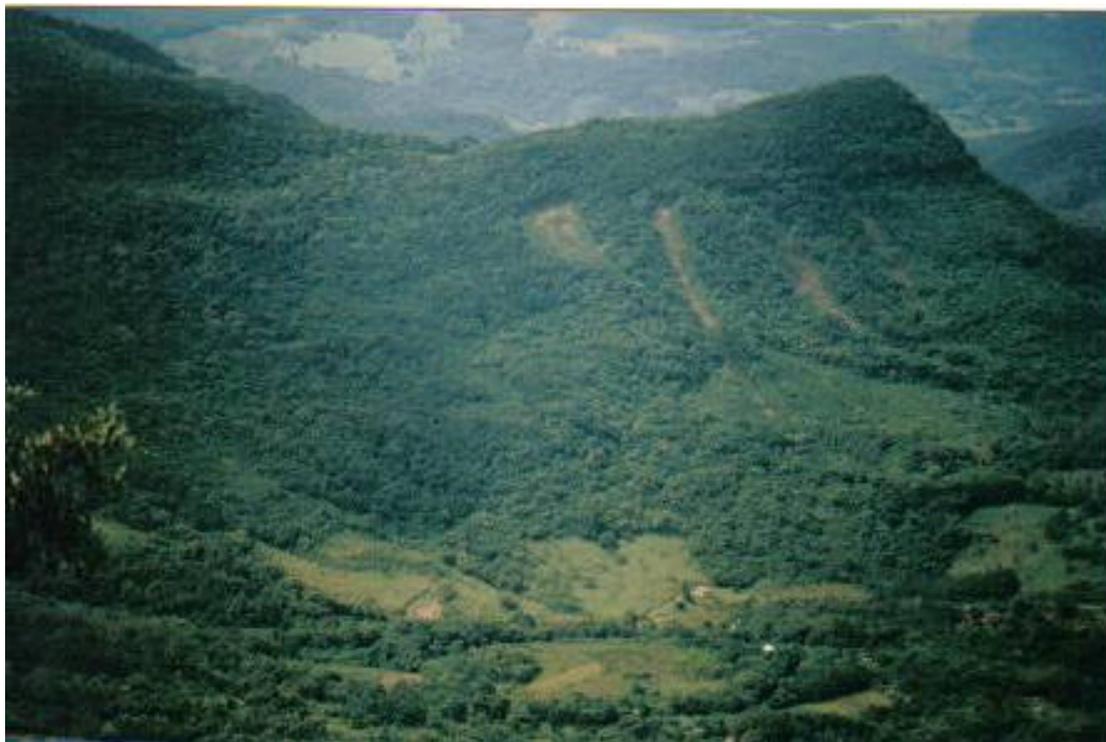


Figura 21 – Cenas da inundação e deslizamento de terra ocorridos em 1992
Fonte: Caderno Proteger “A Catástrofe de Nova Hartz”, METROPLAN/CPRM/1994

Os deslizamentos ficaram restritos à porção centro-norte do município, na localidade de Canudos, estando intimamente associados às porções mais íngremes da encosta de basalto da Formação Serra Geral (zona de disjunção vertical, em cotas aproximadas de 170 m). Eles ocorreram em forma de faixas paralelas alongadas, formando grandes cicatrizes na vegetação da encosta que podem ser visualizadas em foto do ano de 1997, ou seja, cinco anos após o acidente (fotografia16).

Os deslizamentos de terra provocaram destruição das culturas ali existentes, danificação das nascentes, deslizamento de solo carregando grandes árvores e enormes matacões, além de destruição de obras civis, como residências, galpões, abrigo dos animais e outras edificações. A saturação do solo e sub-solo devido à intensa chuva ocorrida no dia 12.02.1992 serviu de lubrificante entre o solo e a rocha mãe, provocando assim, esses deslizamentos de terra.

A fotografia 16 mostra o local dos deslizamentos de terra ocorridos em 1992 na região conhecida como Solitária Alta.



Fotografia 16 - Cicatrizes deixadas pelo deslizamento de terra em 1992
Fonte: Weissheimer, C., 1997

O trabalho realizado pela METROPLAN/CPRM em 1994 constatou que o assoreamento dos arroios estava ligado ao desmatamento da meia-encosta (na área de ocorrência de arenitos – Formação Botucatu e coluviões) e à eliminação de grandes trechos das matas ciliares. A vegetação de meia-encosta e as matas ciliares servem como amortecedores da força da água da chuva, diminuindo o escoamento superficial e, conseqüentemente, as vazões dos arroios que irão inundar as áreas marginais dos arroios a jusante. A cobertura vegetal também impede que o solo fique exposto e à mercê do processo erosivo, diminuindo, assim, o assoreamento dos arroios.

Associados a esses fatores naturais como acentuada declividade e pluviosidade, está presente a intensa atividade humana desenvolvida na área de meia-encosta (Fotografia 17) que afeta a estabilidade do solo, provocando e/ou favorecendo os fenômenos de assoreamento (Fotografia 18), deslizamento e corrida de terra, erosão e enchentes.



Fotografia 17 - Mineração sem licenciamento ambiental, em área rural de Nova Hartz Fonte: Weissheimer,C., 2005



Fotografia 18 - Assoreamento do arroio Fuzil decorrente da atividade de mineração sem licenciamento ambiental, em Nova Hartz Fonte: Weissheimer,C., 2005

A ocupação das áreas rurais também se dá de forma desordenada, criando pontos de desestabilização de encostas pela ausência de técnicas adequadas para a implantação de moradias, como, por exemplo, a falta de sistema de drenagem, que aumenta o problema da erosão dos solos. O crescimento da ocupação desordenada potencializa esse problema e poderá acarretar problemas futuros como o aparecimento de trincas nas paredes das casas, surgimento de minas d'água e vazamento de fossas sanitárias, o que coloca as famílias em risco. A Fotografia 19 retrata a ocupação de área de risco, à margem de talude com acentuada declividade.

Em alguns pontos da sub-bacia verifica-se a ocupação de áreas de risco, especialmente, em margem de barrancos, ocupadas por residências, como pode ser visto na Fotografia 19. Outras áreas de risco são as áreas de preservação permanente (APPs) como margens dos cursos fluviais e banhados, pois são sujeitas a inundações.



Fotografia 19 – Residências instaladas em área de risco, Nova Hartz
Fonte: Weissheimer, C., 2006

Fato preocupante de ocupação de área de preservação permanente (APP - margem de arroio) é a existência de cemitério a poucos metros do leito do arroio Grande. A fotografia 20 e a figura 19 retratam essa realidade em Nova Hartz, onde o cemitério católico encontra-se em APP, a menos de 6 m do leito do arroio Grande e sobre solos permeáveis (Arenito Botucatu), localizado nas coordenadas geográficas $29^{\circ} 34' 48.9''$ S ; $50^{\circ} 54' 18.5''$ W .



Fotografia 20 – Risco de contaminação: Cemitério em APP
Fonte: Weissheimer,C., 2007



Figura 22 - Localização do cemitério às margens do arroio Grande
Fonte: Google Earth, 2007

Os cemitérios representam um risco potencial não só ao ambiente natural como à saúde dos moradores próximos. Em regra, são escolhidas áreas de baixo valor imobiliário para a sua implantação, o que significa áreas cujas condições hidrogeológicas são inadequadas para essa atividade.

Pacheco (2006) afirma que os impactos ambientais causados pelos cemitérios dividem-se em duas categorias: a) o impacto físico *primário* ocorre quando existe contaminação das águas subterrâneas de menor profundidade e as águas superficiais, excepcionalmente. Já o impacto físico *secundário* é quando existem odores nauseabundos provenientes da decomposição dos cadáveres. Os gases funerários daí oriundos são o gás sulfídrico e os mercaptanos, causadores de maus odores, além dos gases dióxido de carbono, metano, amoníaco e fosfina. A fuga desses gases ocorre devido à má confecção e manutenção das sepulturas e jazigos.

Segundo Silva (2001), os corpos em decomposição liberam um líquido conhecido como necrochorume (30 a 40 litros por corpo de 70 kg), de forma intermitente, durante até 8 meses, dependendo das condições geológicas locais. Esse líquido viscoso, com densidade $1,23 \text{ g/cm}^3$, é constituído por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% substâncias orgânicas degradáveis, dentre as quais duas diaminas muito tóxicas, a putrescina (1,4 Butanodiamina) e a cadaverina (1,5 Pentanodiamina), dois potentes venenos para os quais ainda não se conhece antídoto eficiente. O necrochorume pode contaminar as águas subterrâneas sob o aspecto toxicológico, através dessas diaminas e dos metais pesados, como também através dos agentes patogênicos que causaram a morte da pessoa. As bactérias e vírus que, ao alcançarem as águas subterrâneas cujo teor de oxigênio é baixo e favorece a multiplicação de agentes anaeróbios, podem transmitir doenças através das águas consumidas diretamente dos poços e fontes circunvizinhos ao cemitério.

Convém destacar que o necrochorume decompõe-se naturalmente, reduzindo-se a substâncias mais simples e inofensivas, ao longo de determinado tempo. Esse tempo de depuração natural depende do tipo de solo. Em solos argilosos a filtração é lenta, possibilitando a morte das bactérias antes de

atingirem os lençóis freáticos. Porém, em solos arenosos, a contaminação pode acontecer se o necrochorume atingir o lençol freático praticamente íntegro, carregando sua carga química e microbiológica contaminante. Um estudo do solo onde se localizam os cemitérios de Nova Hartz seria de grande interesse público para esclarecer se existe perigo de contaminação do lençol freático que abastece a população. Em caso positivo, deve ser feitas análises da água dos poços circunvizinhos até 500 m de distância.

A Resolução nº 335 do CONAMA, de 28/05/2003, exige licença ambiental para funcionamento dos cemitérios. Para os já implantados antes de 2003, a FEPAM tem exigido sua regularização através da Licença de Operação e para obras de ampliação ou novas áreas de sepultamento, a exigência é abertura de processo de Licença Prévia. Embora a resolução tenha quatro anos, raras são as municipalidades que estão cumprindo a legislação. Cabe lembrar que o não cumprimento de uma medida legal pode resultar em sanções penais e administrativas. Nenhum cemitério do município de Nova Hartz, até a presente data, apresentou solicitação de licença junto ao órgão ambiental competente.

Outro problema ambiental que atinge o município e que pode estar sendo fonte de contaminação do solo e das águas é o uso e aplicação de fertilizantes e agrotóxicos nas lavouras da região.

Com o uso de fertilizantes, as plantas dão rápidas respostas, produzindo mais em menos espaço. No entanto, a médio e longo prazo os fertilizantes provocam a perda de fertilidade do solo, pois causam a acidificação, mobilização de elementos tóxicos, imobilização de nutrientes, mineralização e redução rápida da matéria orgânica, além da destruição da bioestrutura do solo e aumento da erosão.

As adubações com NPK e as calagens com calcário são práticas comuns entre os agricultores de Nova Hartz, devido à baixa fertilidade do solo, sem a adição destes elementos não há colheita satisfatória.

Para a área em estudo, cujos solos já se caracterizam por serem erodíveis, a aplicação de fertilizantes acentua a degradação e perda de fertilidade, obrigando o agricultor a usar constantemente esses nutrientes, principalmente se não são adotadas técnicas de contenção da erosão em suas lavouras, muitas localizadas em locais com acentuado grau de declividade.

Ademais, a adição de fertilizantes causa o desequilíbrio entre os micronutrientes. Porém, esses são insuficientes no solo para o cultivo das lavouras. Daí a necessidade de incorporar o NPK e o calcário. Da adição desses elementos resultam os nitratos e fosfatos, que por serem solúveis em água são rapidamente dissolvidos pelas chuvas e podem causar a poluição e a eutrofização dos cursos de água.

Os nitratos, por exemplo, são convertidos pelos animais em nitrosamimas, substâncias cancerígenas. O alto índice de fosfato encontrado nos pontos 2 e 3 de coleta de água para análise no arroio Grande indica, além da presença de matéria orgânica (m.o) derivado do lançamento de esgoto cloacal, também o uso constante de fertilizantes.

Tanto os fertilizantes como os agrotóxicos podem atingir também as águas subterrâneas através da lixiviação dos elementos pelo perfil do solo. A contaminação das águas superficiais dos mananciais hídricos pode se dar pelo arraste do material de erosão contendo solo contaminado das lavouras até o leito dos cursos de água.

Quanto maior a hidrossolubilidade do produto, maior a facilidade de transporte do ponto de aplicação até os cursos de água e águas subterrâneas. Outros três fatores que facilitam a contaminação são: a propriedade dos solos (solos permeáveis e erodíveis são mais suscetíveis à contaminação); as condições climáticas (maior pluviosidade favorece) e a inclinação das áreas tratadas com agrotóxicos (as inclinações mais acentuadas aumentam a probabilidade de escoamento para os arroios). Considerando que esses três fatores são encontrados na sub-bacia em estudo, assim como o uso de fertilizantes e agrotóxicos, compreende-

se os elevados índices de fosfato encontrados nas análises de água do arroio Grande nos pontos a jusante da área urbana e na área rural de várzea.

O comportamento dos diferentes agrotóxicos nos diversos tipos de solos ainda é matéria complexa e pouco conhecida. Esse fato reforça a necessidade de estudos e avaliações mais precisas dos efeitos ecotoxicológicos desses produtos, ainda bastante usados em comunidades de origem rural como o caso de Nova Hartz. Há de se considerar todas essas variáveis nas decisões sobre as práticas agrícolas adotados, acompanhadas de estudos específicos para cada região ou sub-bacia hidrográfica.

4 - RECONSTRUÇÃO DO CENÁRIO SÓCIO-AMBIENTAL

Com o objetivo de reconstruir, a partir de relatos de moradores do lugar, o cenário ambiental da área de estudo desde as primeiras décadas do século XX até os dias atuais, realizaram-se 30 entrevistas entre o período de maio a setembro de 2006.

As entrevistas e o questionário aplicado procuraram reconstruir o cenário sócio-ambiental através de relatos sobre as formas de uso dos recursos naturais ao longo de quase um século. Algumas perguntas tiveram o objetivo de resgatar dados nunca antes registrados, porém apenas contidos na memória dos moradores antigos. A reconstrução do cenário antigo através da percepção das pessoas que testemunharam as mudanças ocorridas na localidade, auxiliou na compreensão das causas e efeitos da ação humana sobre os recursos naturais da área em estudo.

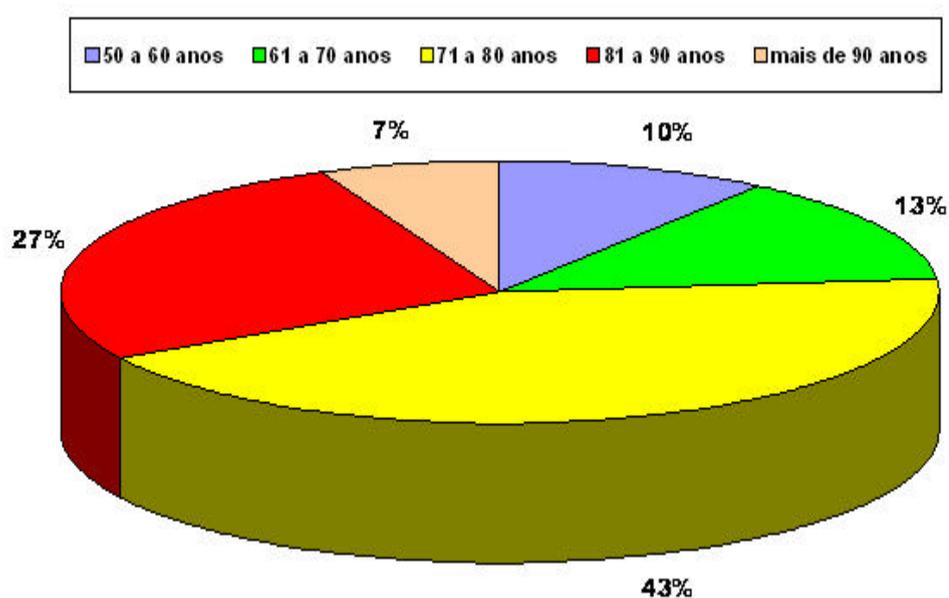
4.1 - Metodologia

As entrevistas foram previamente agendadas por telefone ou em visitas, esclarecendo-se aos entrevistados os objetivos e assuntos que seriam abordados. O pré-agendamento mostrou-se eficaz, amenizando o fator “surpresa” que pode intimidar e causar transtornos na rotina pessoal dos entrevistados, a maioria de idade avançada. Na ocasião do pré-agendamento, solicitaram-se fotos e registros antigos sobre o cenário ambiental e os fatos marcantes, como inundações, locais de lazer, atividades humanas que transformaram a paisagem, uso dos recursos hídricos, etc. Realizaram-se registros fotográficos de todos os entrevistados. A duração das entrevistas foi, em média, de 2h. Durante as entrevistas, observou-se que as respostas às perguntas do questionário não se limitavam ao assunto abordado, mas se expandiam com recordações de outros fatos relacionados ao tema.

Aplicou-se uma primeira entrevista para testar a metodologia e algumas modificações foram efetuadas para as seguintes. Por exemplo, na primeira entrevista optou-se por registrar (gravar) em fita cassete as respostas. Verificou-se que o fato de estar sendo gravado de certa forma intimidava o entrevistado, sendo que nessa primeira entrevista a pessoa não quis ser gravada. Por outro lado, o fato da maioria dos entrevistados falarem em tom baixo e pausado e no idioma alemão ou, na maioria dos casos, no dialeto desenvolvido pelos descendentes dos imigrantes alemães nesta região, conhecido como “Hünsrich”, a audição da fita tornou-se difícil. Optou-se, então, pelo esclarecimento das dúvidas na hora da entrevista, usando o conhecimento adquirido do dialeto e da própria história local e registrando por escrito as respostas aos itens da entrevista. Uma pessoa da comunidade, conhecida dos entrevistados, participante ativa da Associação de Amigos do Museu de Nova Hartz e da ANPHA (Associação Novahartense de Preservação do Patrimônio Histórico e Ambiental), acompanhou as entrevistas, o que facilitou o seu desenrolar.

Os entrevistados foram pessoas na faixa etária entre 50 e 92 anos de idade, como mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2 – Faixa etária dos entrevistados

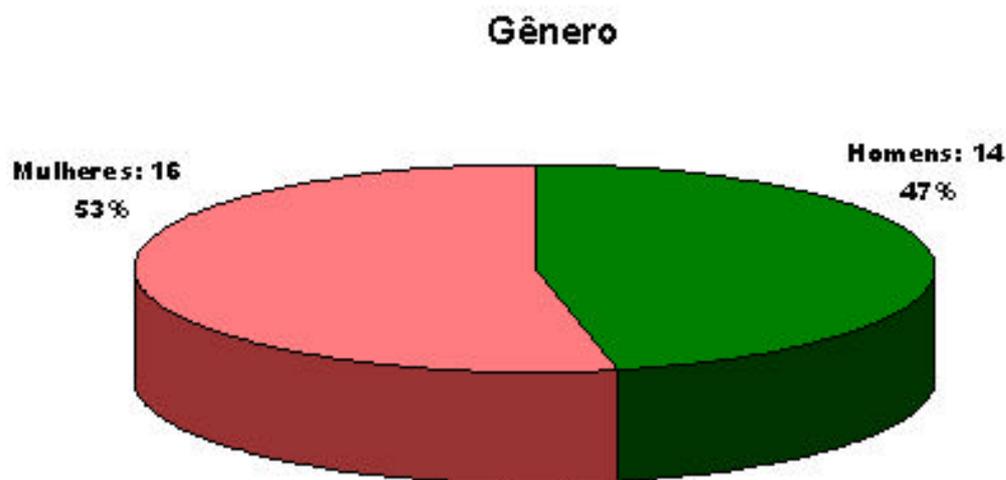


O resultado nos mostra que quase a metade do número dos entrevistados se encontrava na faixa entre 71 a 80 anos de idade e 34% deles estavam com mais de 81 anos de idade.

O modelo de questionário aplicado nas entrevistas com os moradores da área de estudo encontra-se no final do presente capítulo, na página

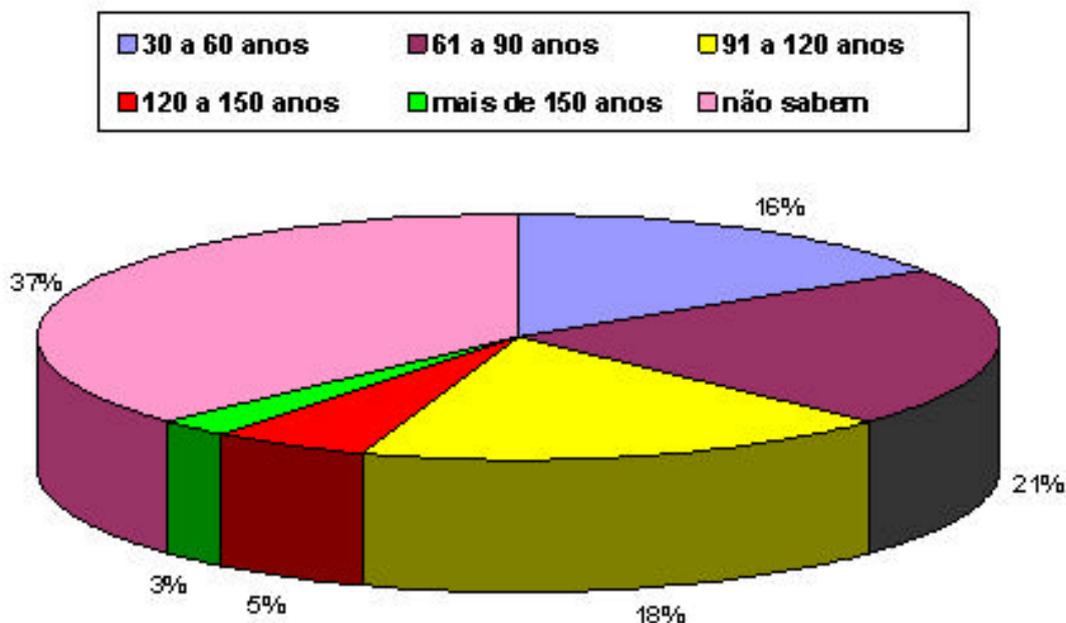
O Gráfico 3 mostra a proporção entre homens e mulheres entrevistados. A diferença foi de apenas duas pessoas a mais do sexo feminino.

Gráfico 3 – Proporção entre homens e mulheres entrevistados



O Gráfico 4 informa o tempo de existência das moradias mencionadas nas entrevistas. Observa-se que 47% das moradias existem a mais de 60 anos. Esse dado deve-se ao fato de as pessoas entrevistadas serem moradores antigos que permaneceram em suas primeiras moradias. Percebe-se no município ainda algumas casas antigas, em estilo enxaimel, típicas da colonização alemã e outras construções do início do século XX. Convém salientar que em algumas entrevistas os moradores apenas se reportaram à moradia que viveram na época descrita por eles, mas sempre foram questionados se a moradia ainda existe. E uma boa percentagem não sabia ou não se lembrava da data de construção de suas moradias e preferiram não informar dados imprecisos. O resultado do gráfico 4 dá uma idéia da “idade” dessas construções.

Gráfico 4 – Tempo de existência da moradia dos entrevistados



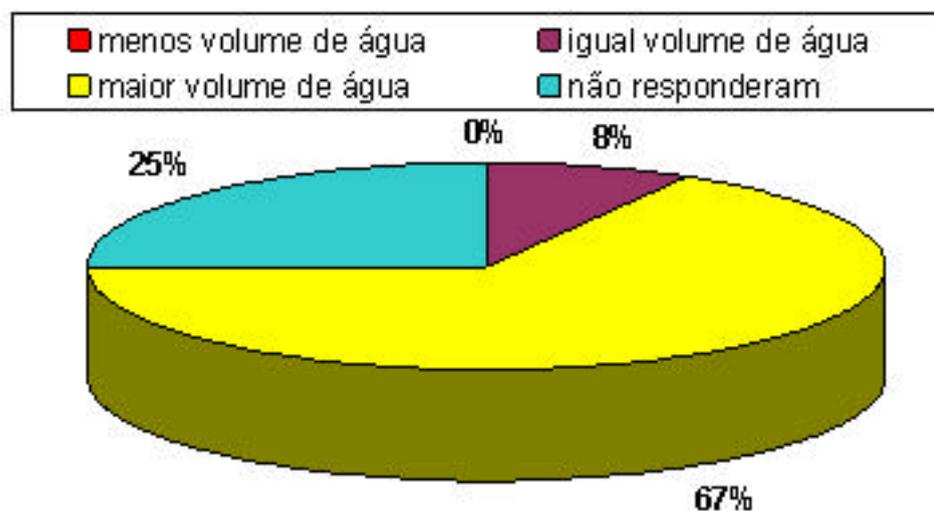
4.2 – Resultados

A presente pesquisa procurou identificar como os moradores antigos percebem as modificações ambientais ocorridas no decorrer das décadas em relação, por exemplo, ao volume de água atualmente existente nos arroios.

O Gráfico 5 retrata os resultados obtidos através da seguinte pergunta: Em épocas passadas existia menos água, igual quantidade de água ou maior quantidade de água nos arroios em comparação à época atual?

Os resultados do Gráfico 5 revelam a percepção da existência de maior volume de água no arroio Grande em épocas passadas (67% dos entrevistados), sendo que nenhum deles respondeu que atualmente tem mais água no arroio. Os entrevistados citavam que o desenvolvimento da região na época das atafonas foi graças à força e quantidade das águas que corriam no leito dos arroios. Outro fato que marcou o relato de muitos foram as enchentes. Dessa forma, o volume de água, na percepção dos entrevistados, era bem maior em épocas passadas.

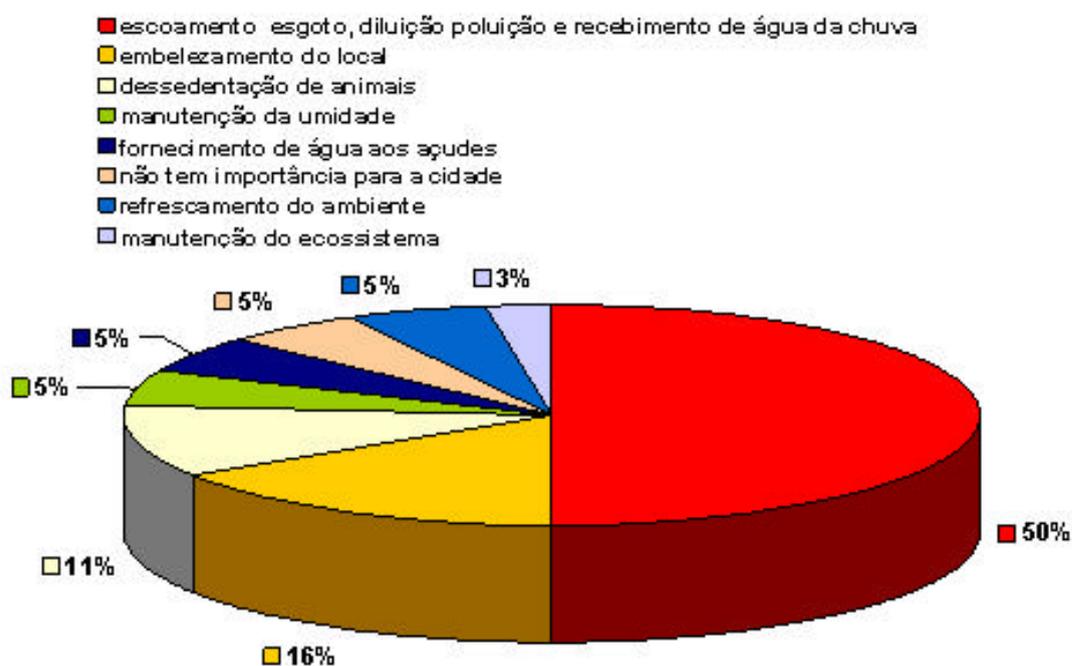
Gráfico 5 - Percepção do volume de água no arroio Grande em épocas passadas em comparação a época atual



O Gráfico 6 apresenta a percepção dos moradores em relação à importância e uso atual do arroio. Os resultados foram obtidos a partir das respostas à questão n° 8 do questionário: O que o arroio Grande significa, atualmente, para o município de Nova Hartz? Foram compilados todas as respostas e somando-se as que se referiam aos mesmos usos, resultou no gráfico 6.

GRÁFICO 6 - Percepção quanto à importância (funções) do arroio Grande

LEGENDA:



A metade dos entrevistados respondeu que um dos principais usos do arroio Grande atualmente é para escoamento do esgoto. Isto reflete a realidade e a forma como o município está tratando seus recursos hídricos. Não significa que essas pessoas concordam com esse fato, apenas constata, percebem. Por outro lado, um dos usos mais lembrados foi o de embelezamento do local, sugerindo que o arroio ainda mantém suas qualidades paisagísticas.

4.3 – Reconstrução do cenário sócio-ambiental através do relato de moradores antigos

Durante as entrevistas surgiram muitos fatos que não haviam sido registrados em trabalhos e obras anteriores e que serviriam para reconstruir o cenário sócio-ambiental da sub-bacia estudada. Decidiu-se valorizar essa memória histórica, elaborando um breve histórico do local a partir desses relatos, destacando a importância de duas atividades econômicas que marcaram a vida da comunidade novahartense: as atafonas e a indústria calçadista. Oportunizou-se também, através de perguntas do questionário, que os entrevistados manifestassem suas percepções em relação as modificações ambientais ocorridas no município, com ênfase no arroio Grande, decorrentes principalmente do processo de urbanização e industrialização. Essas percepções foram somadas no texto da reconstrução do cenário sócio-ambiental.

Na década de 1930 ocorreram desmatamentos das matas ciliares e de encosta, devido a oportunidade de venda de madeira para a ferrovia. Muito mato nativo foi cortado e transformado em carvão para ser vendido à rede ferroviária que o utilizava como fonte de energia para as locomotivas. Na localidade de Picada Hartz instalaram-se dois ou três fornos de carvão para atender essa demanda. Esse comércio constituiu-se em uma das alternativas econômicas encontradas pelos colonos para sua sobrevivência.

Outra atividade que utilizou os recursos naturais foi o corte de árvores para as construções necessárias para manutenção das funções sócio-econômicas das colônias. As árvores consideradas madeiras nobres, como cabreúva,

cangerana, cedro, grápia e louro-pardo eram cortadas e levadas às serrarias para se transformarem em tábuas e postes para uso na propriedade de origem. Em 1925 algumas serrarias instaladas no local, movidas pela energia das águas (rodas d'água) utilizavam, além das madeiras nobres acima citadas, outras como araucária, caroba, angico, canela preta e amarela, mata-olho e timbaúva, todas oriundas das matas circundantes. A Figura 23 ilustra bem esta prática.



Figura 23 - Representação da atividade econômica principal em meados do século XX na área estudada. Fonte: HAAG, Ernani. A Decisão, pág. 84

Algumas atividades, como a pecuária, ocupavam as áreas das margens dos arroios, utilizadas como poteiros. Os solos eram ocupados até as margens dos arroios pelas plantações. Assim, as matas ciliares foram sendo dizimadas.

A economia local, durante décadas, baseou-se na produção de farinha de mandioca, obtida nos engenhos denominados atafonas. As primeiras atafonas surgiram a partir do ano de 1910 do século XX, às margens dos arroios da Bica e arroio Grande. A mais antiga atafona mencionada pelos entrevistados, instalou-se em 1914 onde hoje é a área urbana do município. Essa primeira atafona era movida à tração animal e não estava localizada às margens do arroio. Somente em 1933, ela passou a utilizar a água para mover o moinho gerador de energia, mudando sua localização para as proximidades do arroio.

Atafona, como relata o historiador Ernani Haag, em artigo para Revista Atafona n° 1 de maio de 2003: “era uma pequena indústria artesanal que transformava mandioca em farinha”. Segundo os entrevistados, a maioria com experiência no plantio de vários produtos, a mandioca se adaptou bem aos solos arenosos, pois não exige solos muito férteis, tendo-se tornado uma das poucas alternativas economicamente viáveis para os colonos em suas pequenas propriedades.

A Figura 24 representa de forma esquemática a estrutura interna de uma atafona.

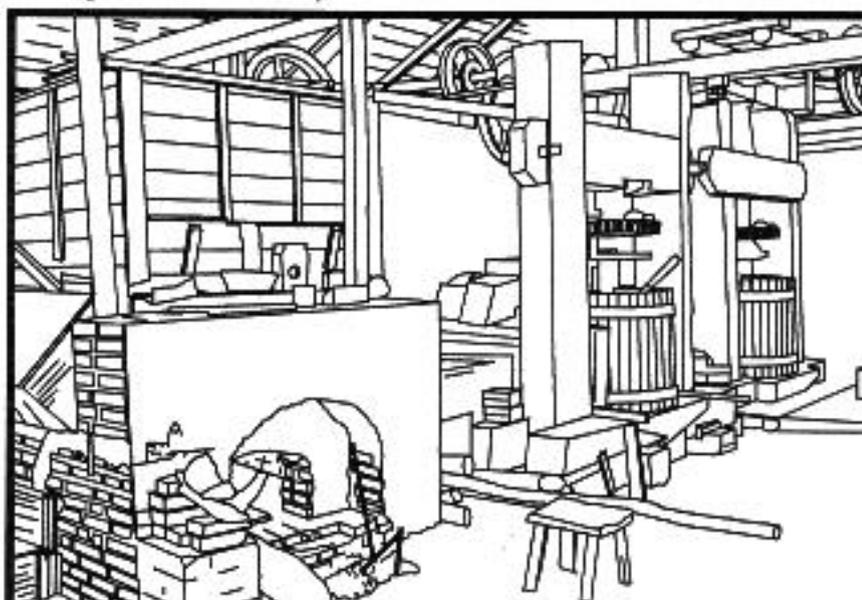


Figura 24 – Desenho esquemático de uma atafona
Fonte: Revista Atafona, n° 01, Parobé, 2003

A partir da década de 1920 as famílias de colonos construíram suas próprias atafonas, contudo, em condições precárias e de árduo trabalho, do qual participavam todos familiares, inclusive as crianças. “A produção era pequena e não chegava a poluir o arroio” – lembra o Sr. Valdo Afonso Henkel, neto do proprietário da atafona de Luis Henkel, registrada na foto de 1925 (Fotografia 21). Na verdade, o lançamento dos efluentes dessa atividade nos arroios não constituía poluição ou desequilíbrio das condições naturais, alegam os entrevistados, pois a quantidade de água e outros fatores auxiliavam na diluição dos poluentes orgânicos. O Sr. Benno Muller lembra que já em 1925 existia uma atafona movida à vapor.



Fotografia 21: Atafona de Luis Henckel – 1 9 2 5
Fonte: acervo fotográfico da família Henckel

Somente nas décadas de 1930 e 1940 as atafonas passaram a ser construídas às margens dos arroios utilizando a força da água que descia das partes mais altas, muito próximas da sede do município. Não é por acaso que a localização das atafonas naquela época era em áreas com acentuada declividade. Isto era estratégico para o funcionamento das rodas d'água que necessitavam da força e velocidade da correnteza das águas dos arroios.

Verificou-se que a partir da década de 1930, o plantio intensificado de mandioca e a conseqüente instalação de atafonas ocasionaram a destruição das matas ciliares devido ao aproveitamento total do solo, desmatando e utilizando para o plantio também as margens dos arroios.

Na década de 1940 as pequenas atafonas familiares proliferaram e isto ocasionou também um desmatamento, principalmente das encostas, onde houve necessidade de plantio da mandioca para fabricação da farinha. As atafonas dessa época eram movidas à água fornecida pelos arroios. Muitas pequenas barragens foram construídas para abastecimento dos moinhos que geravam a energia para o funcionamento destes engenhos.

A proliferação da produção de farinha de mandioca foi conseqüência da queda da produção de trigo na década de 1940. Uma decisão governamental permitiu a adição de raspa de mandioca junto à farinha de trigo. Com esses incentivos, os colonos investiram na produção de mandioca e na construção de atafonas. No total, existiram 66 atafonas na sub-bacia do arroio Grande. No trecho estudado do arroio Grande, desde o ponto 1 de coleta de água, até a área urbana, em trecho com menos de 3 km, as entrevistas revelaram a existência no passado de 6 atafonas: das famílias Schönardie; Haag, Pilger (2 tafonas), Baum/Müller e Müller. Foram encontradas em campo as barragens dos Pilger, dos Haag e as ruínas da atafona da família Schönardie. Atualmente, apenas duas atafonas ainda funcionam para pequena produção (fotografia 22 e 23), ambas às margens do arroio da Bica.



Fotografia 22 – Atafona de Afonso V. Henckel Fonte: Weissheimer, C., 2007



Fotografia 23 – Atafona de Rudi Brunner Fonte: Weissheimer, C., 2007

A energia elétrica chegou ao local em 1949. As atafonas passaram a ser movidas por essa energia, o que aumentou a produção das famílias de colonos que conseguiram utilizá-la. Depois da década de 1950, os pequenos agricultores fecharam suas atafonas e começaram a vender sua produção de mandioca para esta nova “casta” de colonos tafoneiros. Na referência histórica sobre as atafonas são também apresentadas as dificuldades encontradas pelos colonizadores em relação ao tipo de solo da região: arenoso e de baixa fertilidade. Este fato permite supor sobre a necessidade de adição de adubos e fertilizantes nas lavouras, indicando que esses produtos, devido ao tipo de relevo e pluviosidade da região, provavelmente devam ter sido carreados aos mananciais hídricos.

Era prática comum que os efluentes do processo de prensagem da mandioca para a fabricação da farinha fossem lançados diretamente no arroio Grande, o que ocasionava morte de peixes por asfixia (falta de oxigênio dissolvido na água) e intoxicação devido aos componentes ácidos da mandioca. No entanto, essa poluição foi realmente significativa depois da aquisição de motores a diesel e o surgimento da energia elétrica para a fabricação em maior escala da farinha de mandioca. Antes da década de 1940 a fabricação era manual, sendo que cada família obtinha apenas algumas sacas para subsistência e a quantidade de efluentes era pequena. A década de 1950 corresponde ao auge das atafonas, muitas delas movidas a diesel e fabricando grande quantidade de farinha de mandioca. Algumas famílias deixaram de ter sua própria pequena atafona e passaram a vender a mandioca para as atafonas maiores. Evidentemente, uma produção maior gerava quantidades maiores de efluentes, os quais eram lançados diretamente nos arroios.

Outra consequência do lançamento direto dos efluentes das atafonas no arroio era a formação de um lodo pegajoso no leito e nas pedras do arroio, o que dificultava a fixação dos microorganismos nas rochas, que são uma das bases da cadeia trófica aquática. Assim, toda a vida aquática dos arroios atingidos era ameaçada. Na década de 1950, conforme relatos, foram realizadas vistorias de autoridades do governo sobre a mortandade de peixes que ocasionalmente ocorria no arroio Grande. Na época, ficou comprovado que era devido ao lançamento de resíduos provenientes das atafonas. O antigo IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), através do fiscal nomeado, Henrique Luis Roessler, orientou os proprietários das atafonas para que desviassem, através de um canal, os efluentes para uma bacia de contenção, evitando o lançamento direto no arroio. Isto foi realizado em todas atafonas, reduzindo a poluição antes verificada. No entanto, durante o verão, a bacia de contenção secava e emitia fortes odores pútricos. Os atafoneiros acreditavam que, com o aumento da quantidade de água das chuvas nos arroios na época chuvosa, o material oriundo da produção de farinha de mandioca poderia ser dissolvido e não causar danos ambientais. Por isso, na “calada da noite” abriam canaletas que despejavam o efluente da bacia de contenção diretamente nos arroios.

A época em que havia grande quantidade de água nos arroios corresponde ao período de inúmeras enchentes. Algumas delas de grandes proporções, causaram muitos prejuízos à população. A Fotografia 24 mostra a enchente de 1943.



Fotografia 24 - Enchente no arroio Fuzil – 1943 que atingiu a Rua Jacob Pilger
Fonte: acervo fotográfico da família Jost

Na década de 1950 se deu o início da atividade calçadista, com o surgimento de pequenas fábricas. Porém a fabricação de calçados era ainda de forma rudimentar. Segundo um dos entrevistados, proprietário de uma das primeiras fábricas de calçados, em 1954 instalou-se a San Izidro, inicialmente denominada “Haag e Cia Ltda”, que iniciou fabricando tamancos de couro. Funcionou até a década de 1980, quando encerrou suas atividades. O antigo prédio desta empresa, atualmente reformado, abriga a sede administrativa do município.

A partir do surgimento destas fábricas de calçados, a localidade teve um grande crescimento populacional proporcionado pela geração de milhares de empregos que atraem, desde a década de 1970 até os dias atuais, os migrantes de outras regiões do Estado do Rio Grande do Sul e do Estado de Santa Catarina.

Na década de 1960 ocorreu a intensificação de atividades industriais, migrações, abandono da agricultura familiar, irrigação de arroz e deu-se o início da recuperação das matas nas áreas rurais. No entanto, na área urbana o desaparecimento das matas ciliares deve-se à crescente ocupação humana às margens dos mananciais hídricos.

Da década de 1970 até o momento atual, a sub-bacia hidrográfica do arroio Grande apresentou um considerável crescimento demográfico ligado ao incremento da migração, resultante da expansão da indústria calçadista que oportunizou milhares de empregos. Com o crescimento rápido e desordenado do município, ocorreu a deposição e o manuseio inadequado de resíduos industriais perigosos; a falta de coleta e tratamento de esgoto; a intensa perfuração de poços para abastecimento de água sem acompanhamento e responsabilidade técnica; a falta de água tratada para abastecimento doméstico; intensa retirada de mata ciliar na área urbana; retificação dos arroios; ocupação de moradias em situação de risco (encostas e banhados), impermeabilização do solo na área urbana; enfim, uma urbanização sem planejamento e sem saneamento básico.

Segundo relatos dos entrevistados, a quantidade de água dos arroios era bem maior há tempos atrás. Muitos citaram que a causa do desaparecimento da água nos arroios foi o desmatamento dos morros, principalmente na época que houve maior plantio de mandioca. Assim, as encostas dos morros e as margens dos arroios, foram totalmente “aproveitadas”.

Em relação ao traçado do arroio Grande, ele tinha muito mais curvas e seu leito movimentava-se naturalmente. Ele tinha uma grande capacidade autodepurativa. Como exemplo, os resíduos das atafonas se dissolviam rapidamente quando o arroio recebia maior volume de água através das chuvas no inverno, justamente a época de funcionamento das atafonas.

As “retificações” realizadas na década de 1970 iniciaram na parte sul do município e avançaram para norte, em direção à área onde hoje situa-se o centro urbano. Segundo o entendimento dos entrevistados, a sinuosidade do curso natural, aliado à maior vazão existente nos arroios em épocas passadas, causava uma

maior frequência de enchentes. Sabe-se que, ao contrário, a presença de meandros diminui a velocidade das águas. Essa percepção dos moradores é influenciada pelo fato de as enchentes terem diminuído de frequência, embora sejam outras as causas, como a própria diminuição da vazão dos arroios, a destruição das nascentes e a recomposição das matas ciliares e de encosta.

Alguns citaram que as enchentes aconteciam devido à baixa profundidade dos arroios por causa do assoreamento e da quantidade de água que descia dos morros quando chovia nas cabeceiras. As águas, segundo os moradores, extravasavam principalmente nas curvas dos arroios. Portanto, como muitos lembraram, bastava pequena quantidade de chuva para inundar o centro da localidade. Dessa forma, a população recebeu com agrado as obras de “retificação” do arroio Grande e arroio Fuzil, pois associaram essas obras à diminuição da ocorrência de inundações na área central do município.

Em relação aos processos erosivos, os entrevistados citaram que em épocas passadas aconteciam “desbarrancamentos” nos meandros dos arroios devido à força das águas durante as enchentes.

Sobre o lixo, segundo relato dos moradores, não era depositado em locais impróprios como se vê atualmente, pois grande parte era reaproveitado. Também não havia tanto material descartável e a população era bem menor. A partir do desenvolvimento industrial, começaram a aparecer depósitos de aparas de couro e outros materiais descartados pelas fábricas e ateliers. Com o crescimento da população e ocupação das margens dos arroios, o lixo depositado nos cursos d’água passou a ser cenário comum, assim como o lançamento de esgoto direto no leito dos arroios.

Em tempos passados, quando a área era somente rural, na maioria das unidades rurais os resíduos cloacais humanos eram descartados em grandes buracos, que faziam parte das “capungas ou patentes”. Esses buracos, de tempo em tempo, eram aterrados e um outro buraco era aberto em local diferente. Portanto, a maior parte dos dejetos não era lançado diretamente nos arroios. Szubert et al. (1994) destaca que ainda na década de 1990 haviam algumas dessas

“capungas” instaladas às margens dos arroios e que lançavam seus dejetos diretamente neles.

Observou-se na fala de alguns dos entrevistados que o respeito à natureza era no sentido do temor às catástrofes naturais, como enchentes, vendavais, temporais e que os arroios eram importantes quando tinham utilidade como geração de energia, irrigação, pesca e lazer. Nas Fotografias 25 e 26 aparece a população fazendo uso dos arroios para lazer, nas décadas de 1930 e 1950.



Fotografia 25- Passeio de moças no arroio da Bica - 1933

Fonte: acervo fotográfico da família Haag



Fotografia 26 – Balneário “rumbolposs” no arroio Grande, em 1950
Fonte: acervo fotográfico da família Becker

Durante a presente pesquisa, um livro sobre a história dos Protestantes em Nova Hartz foi lançado no ano de 2007, o qual também buscou nas entrevistas informações sobre o passado desse município.

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MORADORES:

ENTREVISTA N° _____	Data: ____/____/2006	Fotos n°: _____
Nome completo:	Data de nascimento:	
Local de nasc.:	endereço atual:	fone:
Endereço do local descrito:		
1 – Descreva a paisagem do seu local de moradia na década de 19____ :		
Local:	Tempo de existência da moradia:	
<p>a) como eram as margens do arroio Grande quanto ao tipo de vegetação (matas, campo, lavoura, pastagens, moradias...)</p> <p>b) que tipo de uso faziam das margens e da água do arroio?</p> <p>c) que animais e peixes eram encontrados neste arroio? Havia pesca e caça?</p> <p>d) existia algum tipo de depósito de lixo? De que material?</p> <p>e) em épocas passadas existia menos água, igual quantidade de água ou maior quantidade de água nos arroios em comparação à época atual?</p> <p>f) já havia sinal de desmoronamento das margens do arroio em algum ponto? Qual? O que poderia ter causado estes desmoronamentos?</p> <p>g) conheces algum ponto no qual houve alteração do curso natural do arroio? Quem executou o desvio e porque? Em que ano aproximadamente?</p> <p>h) conheces alguma barragem construída no arroio Grande ou nos arroios Tigre e da Bica?</p> <p>i) quanto às matas, aconteceram alterações? Quais? Sabes algo sobre o incêndio de 1941 nos morros?</p>		
2 – Existia alguma autoridade ou órgão que protegia o ambiente, as matas, o arroio e os animais na época mencionada acima?		
CENÁRIO ATUAL ATRAVÉS DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL:		
3 – De onde vem a água que você bebe? Se é poço, sabes a profundidade dele? Conheces a qualidade da água? Já fizeste análise da água? Quando? Qual o resultado?		
4 – O que fazes do lixo, ou seja, do que descartas em tua casa? Sabes qual o destino do lixo inorgânico em nosso município?		
5 – Que tipo de esgoto existe em sua residência? Qual o destino das águas que saem de sua residência?		
6 – O que achas que melhorou dos últimos anos pra cá em relação à natureza aqui em Nova Hartz? E o que piorou?		
7 – Qual a importância do arroio Grande para você e sua família, atualmente?		
8 – O que o arroio Grande significa, atualmente, para o município de Nova Hartz?		
9 – Como a comunidade e os Poderes Públicos estão tratando este arroio?		
10 – Tens alguma estória curiosa para contar sobre Nova Hartz relacionada aos seus arroios? Algum fato marcante?		
<i>Agradecemos sua importante participação</i>		

5 - DESCRIÇÃO, ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS INDICADORES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Como citado anteriormente no capítulo I, os fatores que contribuem para os processos erosivos em geral tem origem natural porém podem ser intensificados a partir da ação humana e uso inadequado do solo.

5.1 - Fatores naturais favoráveis à erosão

Entre os fatores naturais que contribuem na gênese e desenvolvimento dos processos erosivos estão presentes na parte da sub-bacia do arroio Grande: a inclinação do terreno, os tipos de solo, a pluviosidade e os ventos.

Sinteticamente, pode-se afirmar que na área encontram-se fatores naturais que favorecem os processos erosivos, como a topografia fortemente acidentada que envolve a área ao norte da sub-bacia estudada, os solos erodíveis (podzólicos) nas encostas e o considerável volume pluviométrico durante o ano. Salienta-se ainda, a curta distância (4 km) entre a sede do município e as altitudes de mais de 600m que tornam a área urbana sujeita aos efeitos das chuvas torrenciais e erosão das partes mais altas. A Fotografia 27 apresenta dois momentos distintos da vazão do arroio Grande em uma pequena barragem, a montante da área urbana.

Fotografia 27 - Comparação entre dois momentos diferentes da vazão no arroio Grande: em dias de chuva e em situação normal



Fonte: Weissheimer, C., 2006

A declividade do terreno é um importante fator topográfico que influencia o processo erosivo. Verifica-se que a instabilidade das partes mais elevadas do relevo pode causar deslocamentos repentinos de grandes massas de terra e rochas que desabam, ocasionando grandes tragédias, como a de 1992 na região mais elevada da área em estudo. Segundo a classificação de Ross, a declividade nesses terrenos, acima de 30%, é muito forte (FIG. 25).

Devido à topografia acidentada, aos tipos de solos erodíveis e, somados aos índices pluviométricos verificados na localidade estudada, optou-se por aplicar uma classificação cujas classes de declividade foram estabelecidas considerando as fragilidades ambientais verificadas, como capacidade erosiva, riscos de escorregamentos, deslizamentos e inundações.

Conforme Ross (2000), a carta de declividade foi composta em intervalos de cinco classes, que variam de Muito Fraca (até 6%) a Muito Forte (acima de 30%), como pode ser verificado no Quadro 8 .

QUADRO 8 – Classes de declividades conforme inclinação do terreno

CATEGORIAS	%
1 – Muito Fraca	Até 6 %
2 - Fraca	De 6 a 12 %
3 – Média	De 12 a 20 %
4 – Forte	De 20 a 30%
5 – Muito Forte	Acima de 30 %

A Figura 25 apresenta o mapa gerado a partir das classes de declividades de Ross (2000), que, devido às fragilidades ambientais encontradas na área em estudo, mostra-se mais adequada para análise dos riscos.

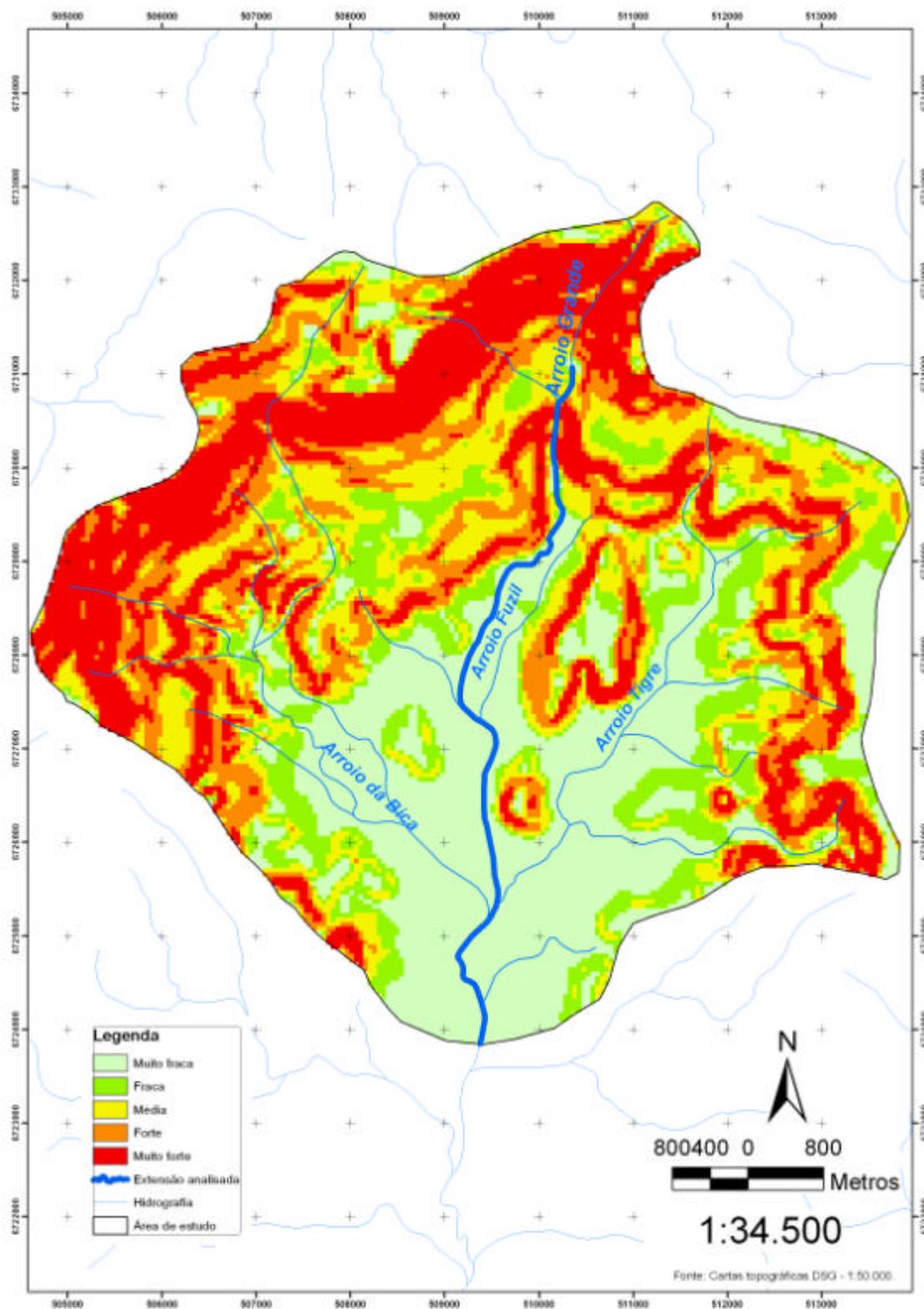


Figura 25 – Mapa de declividades da sub-bacia do arroio Grande
Fonte: GEOFEPAM, 2007

Segundo Ross (1994) o planejamento de uma área não pode ser formulado a partir de uma leitura estática do ambiente, mas sim a partir do entendimento do processo de ocupação que ocorreu, do modo de apropriação e uso do território e de seus recursos.

Para fins de comparação, a Figura 26 mostra o mapa de declividades seguindo os critérios da legislação, ou seja, considerando áreas de proteção ambiental as encostas que apresentam acima de 45% de inclinação, no mapa representadas em vermelho.

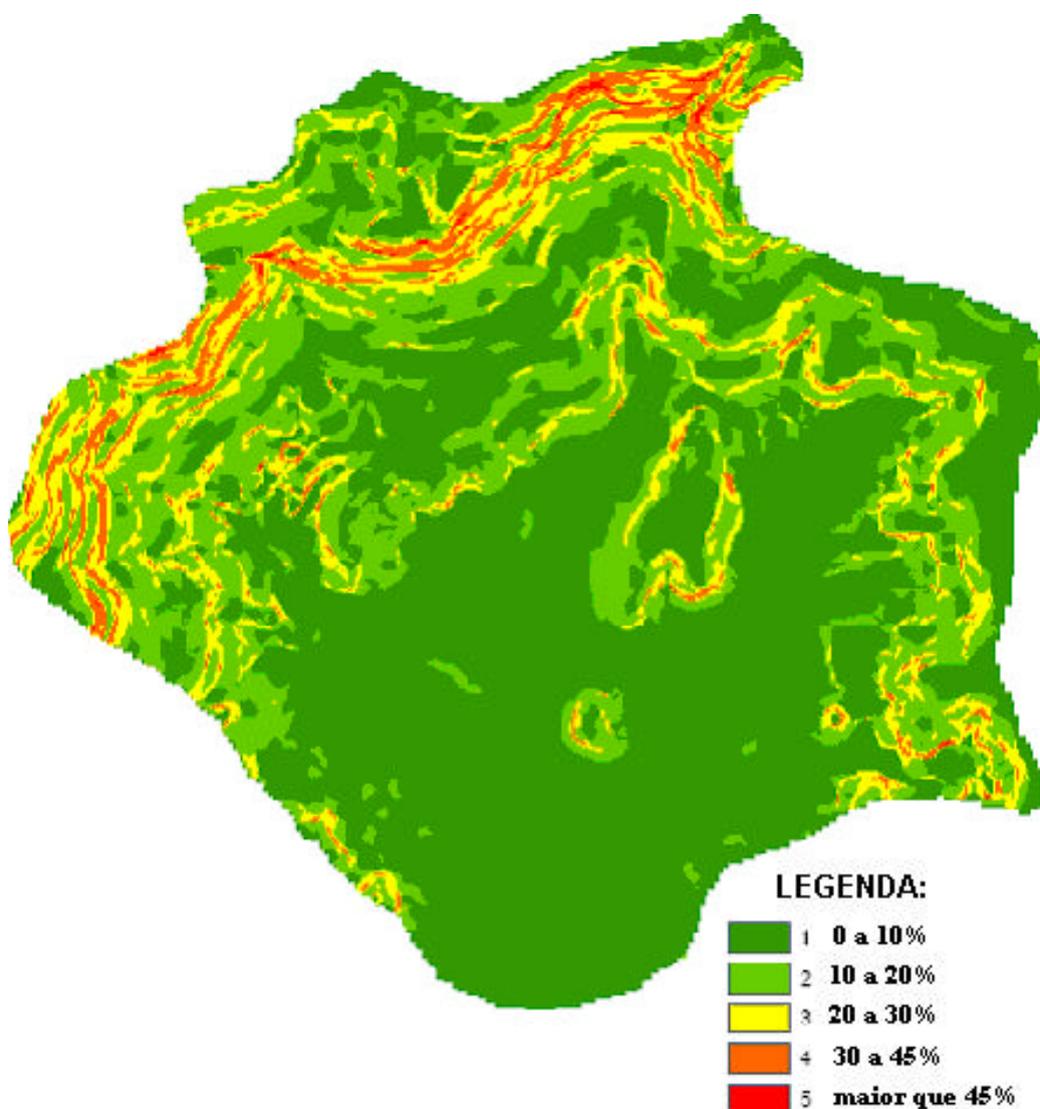


Figura 26 - Mapa de declividades segundo a legislação Fonte: GEOFEPAM, 2007

Assim, se o critério a ser adotado para o uso do solo em Nova Hartz seguir o estabelecido de forma generalizada pela legislação, áreas suscetíveis à erosão poderão ser ocupadas e sofrer interferências antrópicas que certamente trarão prejuízos sócio-ambientais, devido às fragilidades apresentadas pela região.

Quanto aos tipos de solo e sua relação com a erosão, há de considerarem-se fatores como a textura, a estrutura, a profundidade, a permeabilidade e o grau de dispersão característicos do solo que definem sua erodibilidade.

Esses fatores refletem a suscetibilidade à erosão para determinado tipo de solo. Ross (1994) classificou alguns tipos de solo de acordo com sua erodibilidade, agrupando-os em classes, variando de muito baixa a muito forte, sendo que para os solos encontrados na área de estudo – podzólicos de textura arenosa - a classe de erodibilidade é forte. Se o solo é arenoso o arraste de partículas será maior do que se ele fosse argiloso. No entanto, o solo argiloso, por ser impermeável pode funcionar como um lubrificante no deslizamento de um conjunto. Na parte da sub-bacia do arroio Grande estudada, associado ao fator topográfico, temos o solo arenoso formado pelo arenito Botucatu aflorante, justamente na meia-encosta, circundando a área urbana de Nova Hartz, como já foi apresentado no capítulo III, figura 6. Essa unidade fornece aporte de sedimentos à unidade situada em cotas mais baixas, formando os leques aluvionares e em cujas bases encontram-se os solos argilosos.

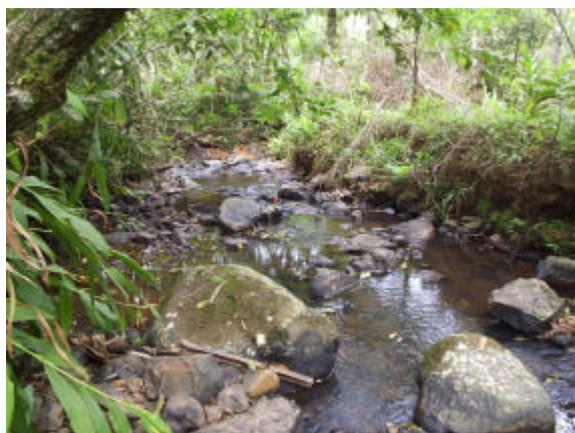
Os solos argilosos, por sua vez, formados por depósitos quaternários que compõem o aluvião, ocupam a maior parte do substrato da sub-bacia do arroio Grande e de seus efluentes. Este tipo de solo, mais impermeável, favorece o escoamento superficial da água da chuva (erosão laminar), o que acelera o carreamento das partículas superficiais do solo advindos dos solos arenosos mais altos, para os mananciais hídricos, provocando o assoreamento.

Em relação à pluviosidade, Fontana e Almeida (2002) mostraram que o número de dias com precipitação pluvial aumenta de oeste para leste no Estado do Rio Grande do Sul, atingindo os maiores valores na Região Ecoclimática do Planalto Superior e Serra do Nordeste. Portanto, a área em estudo

está sujeita a altos índices pluviométricos, pois está situada no início da Serra do Nordeste. As mesmas autoras também verificaram que a probabilidade de ocorrência de um maior número de dias com precipitação pluvial em anos de El Niño é superior a dos anos neutros e a dos anos de La Nina. Nos anos de 1991/92 e de 1992/93 houve o fenômeno El Nino. No mês de fevereiro do ano de 1992 ocorreu uma expressiva inundação e deslizamento de terra em Nova Hartz. As Fotografias 28 e 29 são do mesmo trecho de arroio, em diferentes situações de vazão. Na primeira, no mês de fevereiro, que apresenta alta pluviosidade e a segunda fotografia é a situação da vazão em épocas com menos chuvas (mês de setembro). Na média anual de chuvas entre os anos de 1962 e 1995, a estação pluviométrica da CEEE em Araricá registrou fevereiro como o mês com maior índice pluviométrico.



Fotografia 28- Aspecto da vazão no arroio Fuzil, em época chuvosa: fevereiro
Fonte: Weissheimer,C., 2007



Fotografia 29 – o mesmo local, em setembro com mais de 20 dias sem precipitação pluviométrica
Fonte: Weissheimer,C., 2007

Segundo informações obtidas no site da defesa civil, a média pluviométrica anual de Nova Hartz entre 1991 e 1997 variou entre 1800 a 2050 mm, sendo que entre os meses de dezembro de 2005 e agosto de 2006 foi de 1220,5 mm, o que demonstra uma quantidade significativa de chuva nessa parte da sub-bacia.

Para Ross (1996), índice pluviométrico anual acima de 1800 mm/a, associado ao relevo com declividades acima de 30%, umidade atmosférica elevada, solos erodíveis e pouca cobertura vegetal formam uma unidade ecodinâmica com instabilidade potencial de forte a muito forte. Esses fatores associados podem ter provocado os deslizamentos de terra e inundação ocorridos em 1992 na área em estudo.

O escoamento superficial será intensificado quando as chuvas forem freqüentes devido à saturação do solo, fazendo com que o solo não consiga mais absorver a água da chuva e ela passa a escoar na superfície, favorecendo a erosão. Cabe salientar a existência de um clima local devido a uma faixa semicircular de derrames basálticos que cercam as áreas urbanas do município de Nova Hartz.

A estação pluviométrica da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), instalada no município vizinho de Araricá obteve dados entre 1962 e 1995 que nos fornecem os totais mensais e as médias, (ver Quadro 4, pág 52). É a fonte de dados pluviométricos mais próxima. Vale mencionar que o trabalho da METROPLAN/CPRM (1994), com o objetivo de verificar as causas da inundação e do deslizamento de terra ocorridos na noite de 12 de fevereiro de 1992, constatou que na estação pluviométrica da CEEE em Araricá “não fora registrado qualquer ocorrência pluviométrica na noite de 12 de fevereiro de 1992”. Esse fato indica a existência de um clima local e a necessidade de instalação de estações pluviométricas na sub-bacia do arroio Grande para obtenção de dados climáticos e hidrológicos mais precisos.

Em relação aos ventos, cabe informar que são predominantes de janeiro a maio aqueles que provém do sudeste; em junho predominam os ventos do leste e de julho a dezembro, sopram os ventos provindos do nordeste. A configuração geomorfológica local oportuniza a criação de fortes rajadas de vento, devido à cadeia de montanhas que cerca o vale.

5.2 - Fatores antrópicos aceleradores da degradação ambiental

Os fatores antrópicos que contribuem na formação e aceleração dos processos erosivos e que constituem-se em indicadores de degradação ambiental no presente trabalho são: ausência de mata ciliar, a erosão que causa o solapamento das margens e o assoreamento do leito do manancial hídrico, as barragens construídas com o objetivo de captação de água, o despejo de efluentes domésticos e industriais e a deposição de resíduos sólidos que provocam a poluição dos recursos naturais.

Muitos dos indicadores de degradação ambiental observados ao longo do arroio Grande estão interligados, como o solapamento das margens que ocorre mais frequentemente onde há ausência de mata ciliar e uso inadequado do solo, onde deveria estar presente a área de preservação permanente (APP).

Por exemplo, o impacto da urbanização se faz sentir mais intensamente em regiões com precipitações mais frequentes e com diferenças altimétricas mais abruptas. Tal é o caso da sub-bacia estudada, cuja cota altimétrica vai desde 22m até acima de 600 m em uma distância de menos de 4 km.

5.2.1 – Ausência de mata ciliar e desmatamento de encostas

A ausência da mata ciliar que se observa em diversos pontos nas margens do arroio Grande é um indicador de degradação intimamente ligado ao uso do solo desta parte da sub-bacia.

É importante salientar que o processo de degradação das matas ciliares é antigo, do início do século passado, como foi relatado no cap. IV. O desmatamento foi iniciado com objetivo de uso dessas áreas para a agricultura, pecuária e para venda da própria madeira retirada. Assim, há mais de cem anos a erosão e a perda da fertilidade do solo vêm ocorrendo, decorrentes do uso

inadequado do solo, com práticas agrícolas impróprias, como as queimadas e a compactação (impermeabilização) do solo pelo pisoteio do gado e trânsito de máquinas agrícolas.

Para o município de Nova Hartz, cujo abastecimento de água depende da água subterrânea, são as matas ciliares que garantem a recarga dos lençóis freáticos, pois barram a água das chuvas, conduzindo-as mais suavemente através do solo. Como esse solo é protegido pela cobertura vegetal, permanece poroso e com grande capacidade de absorção. Sabe-se que o lençol freático é o repositório das águas que escaparam das perdas através das redes de drenagem, infiltrando-se no solo e aí se acumulando, mas que esse reservatório de água do lençol freático depende da estrutura dos solos e da extensão das áreas revestidas por vegetação. A própria estabilidade dos fluxos fluviais para os usos múltiplos de suas águas superficiais, depende da alimentação desses lençóis subterrâneos pela águas das chuvas.

O desmatamento das encostas na área em estudo, situa-se na faixa intermediária dos morros, cujo substrato é composto pela Fácies Eólica do Botucatu. Esta área está localizada entre os derrames basálticos da Formação Serra Geral e o nível-base de erosão. A região que recebe os sedimentos, ou seja, o nível-base de erosão é também onde se situam as áreas urbanas, tornando-as de importância vital para o controle das cheias. A derrubada crescente da vegetação natural destas encostas tem favorecido a erosão, observada através de sulcos e ravinas e pela destruição da camada superficial do solo. O produto desta erosão está se depositando nos cursos de água superficiais que drenam as partes baixas do município, causando assoreamento e entupimento de suas calhas, favorecendo as enchentes. Nesse quadro, basta uma precipitação pluviométrica um pouco mais intensa para provocar inundações nas áreas abaixo das encostas, ou seja, nas áreas urbanizadas.

A Fotografia 30 mostra uma área com declividade acentuada onde foi retirada a mata para uso como pastagem. Pode-se observar a ocorrência de ravinas no solo. A Fotografia 31 mostra com clareza o desmatamento de uma encosta de morro de declividade acentuada e com solo completamente desprotegido.



Fotografia 30- Sulcos e ravinas em área de acentuada declividade.

Fonte: Weissheimer, C., 2006



Fotografia 31 - Desmatamento de encosta em área rural de Nova Hartz

Fonte: Weissheimer, C., 2007

5.2.2 - Solapamento das margens e assoreamento

A água barrenta observada após as chuvas no arroio Grande, principalmente na área urbana é resultado dos processos erosivos que tem ocorrido a montante da cidade de Nova Hartz, cujas origens, como já citado anteriormente, são naturais, porém em alguns casos criados e em todos os casos acelerados pela ação humana. Ao erodir um terreno a água da chuva leva partículas de argila e silte em suspensão, resultando a cor avermelhada às águas.

O solo na área urbana de Nova Hartz é de origem eluvionar e constituição argilosa. É justamente na área urbanizada onde existe a maior ausência de mata ciliar. Sabe-se que o solo argiloso favorece o escoamento superficial e, conseqüentemente, as inundações. O fator ausência de mata ciliar adicionado aos tipos de solos argilosos e à maior impermeabilização do solo, torna a área urbana de Nova Hartz uma região vulnerável aos processos erosivos. Como resultado da erosão, temos o assoreamento dos cursos de água e as inundações, que irão extravasar a jusante do arroio Grande, em área de várzea.

A canalização da rede de drenagem, a ocupação irregular das margens ou ainda o lançamento criminoso de entulhos, resíduos domésticos e industriais, tem agravado a situação da área estudada.

As observações em campo confirmam a presença constante de solapamento das margens do arroio Grande, especialmente à jusante da área urbana, devido à falta de mata ciliar. Nas margens onde a ausência de mata não é o principal fator, como observado em cotas altimétricas maiores, a montante da área urbana, a velocidade e vazão das águas que provocam correnteza forte após as precipitações, é a causa do solapamento dessas margens.

A Fotografia 32 apresenta o solapamento das margens do arroio Grande a montante da área urbana, onde a velocidade da correnteza e o volume de água são os principais fatores causadores dessa degradação.



Fotografia 32 – Solapamento da margem do arroio Grande a montante da área urbana de Nova Hartz Fonte: Weissheimer, C., 2007



Fotografia 33 – Solapamento de margem do arroio Grande a jusante da área urbana de Nova Hartz Fonte: Weissheimer, C., 2007

A Fotografia 33 apresenta o solapamento da margem direita do arroio Grande com uma extensão de mais de 6 m, na coordenada E=509432 N=6725254, situada a jusante da área urbana. Nota-se a ausência de mata ciliar nessa margem do arroio, o que favorece a erosão, o solapamento da margem e o assoreamento do leito do arroio.

De acordo com Cunha (1995), os canais meandantes dos corpos hídricos “são encontrados com mais frequência nas áreas úmidas cobertas por vegetação ciliar”. Cita o autor que essas formas representam um estado de estabilidade do canal de acordo com um ajuste certo entre todas as variáveis hidrológicas: declividade, largura e profundidade do canal, velocidade dos fluxos, rugosidade do leito, carga sólida e vazão. A Fotografia 34 mostra o solapamento da margem esquerda do arroio Grande devido a retirada de mata ciliar para implantação de estrada. É um exemplo de uma intervenção humana acelerando o processo de erosão das margens. O solapamento está avançando e comprometendo a segurança dos veículos que por ali trafegam. Essa proximidade do arroio com a estrada pode ser verificada na Fotografia 35. A Fotografia 36 mostra o grave assoreamento encontrado no arroio Fuzil, tributário do arroio Grande, cuja causa, além das naturais, foi a retirada de terra em cotas mais elevadas, sem licenciamento ambiental para atividade mineradora e, portanto, sem observar critérios técnicos para evitar esses danos ao ambiente.



Fotografia 34 - Exemplo de solapamento das margens do arroio Grande Fonte: Weissheimer,C., 2006

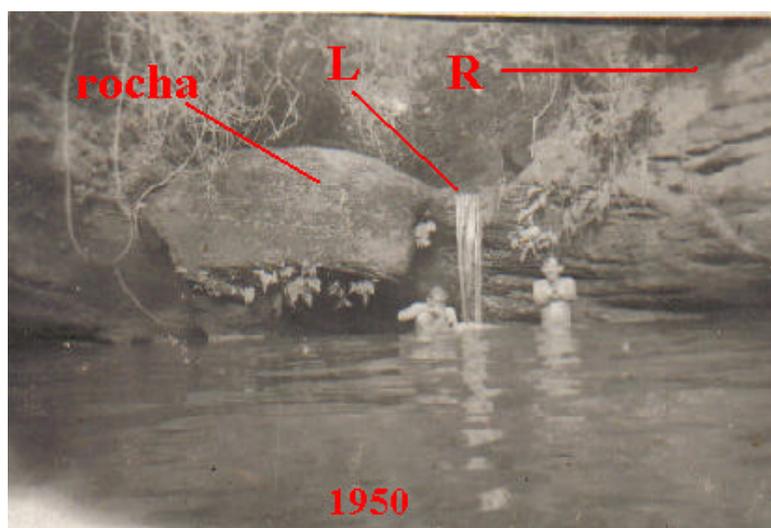


**Fotografia 35 – Estrada à margem do arroio Grande
Fonte: Weissheimer,C., 2006**



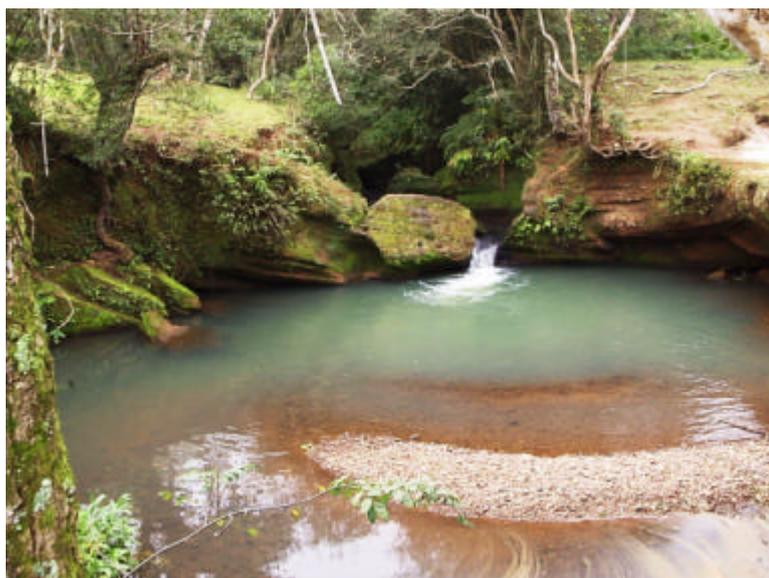
**Fotografia 36 - Aspectos do assoreamento do arroio Fuzil.
Fonte: Weissheimer,C., 2006**

Outro exemplo que comprova o assoreamento do leito do arroio pode ser visto na comparação entre as fotos do ano de 1950 (Fotografia 37) e foto atual (Fotografia 38) do balneário conhecido como “rumbolposs”. Na foto antiga, R representa a reentrância na rocha, que atualmente está bem próxima à lâmina de água. O L representa o leito do arroio, que em 1950 formava pequena queda de água, o que atualmente não existe mais. Observa-se a “subida” do leito, ou seja, o assoreamento ocorrido nesses mais de 50 anos.



Fotografia 37 – Área de banho “rumbolposs” em 1950

Fonte: Foto de acervo particular



Fotografia 38 – Área de banho “rumbolposs” nos dias atuais.

Fonte: Weissheimer, C., 2007

As Fotografias 39 e 40 mostram outros tipos de ocupações irregulares em áreas de preservação permanente (APPs) como construções civis na área urbana e lavouras na área rural.



**Fotografia 39 - arroio “espremido”
entre construções urbanas
Fonte: Weissheimer, C., 2006**



**Fotografia 40 - Cultivo ocupando as
margens do arroio da Bica
Fonte: Weissheimer, C., 2006**

5.2.3 - Despejos de esgotos domésticos e efluentes industriais

Em geral, quando a cidade tem pequeno número de habitantes é utilizada apenas a fossa séptica para disposição do esgoto cloacal. Grande parte das residências em Nova Hartz ainda hoje utiliza apenas fossas sépticas como destino final. Com a falta de investimento em sistemas de tratamento de esgotos, os mesmos são ligados a rede pluvial, sendo que o destino de todo esse material são os corpos hídricos receptores, o que tende a contaminar uma parte superior do aquífero, com o fato agravante de o abastecimento de água depender das águas subterrâneas, através de poços escavados, artesianos e nascentes. A qualidade dessas águas tende a reduzir à medida que cresce o número de usuários, passando a exigir um tratamento químico para combater a contaminação por coliformes fecais e outras substâncias.

Szubert, et. al. (1994), destacam que em Nova Hartz: “o esgotamento cloacal é feito por fossas sépticas ligadas à rede pluvial ou por sumidouros, o que representa riscos efetivos de contaminação da água pela proximidade: pontos de captação x pontos de lançamentos”. Nesse mesmo trabalho, afirmam os técnicos não existir segurança de que os poços individuais não estejam comprometidos qualitativamente pelos esgotos, uma vez que a sua disposição final não é precedida por qualquer tratamento ou controle.

O que se observa, ainda hoje, é exatamente este descuido perante a legislação vigente que exige o distanciamento mínimo de 6 m entre a fossa e o poço. Este fato é agravado pela inexistência de fiscalização eficaz do Poder Público em obras civis, acrescida ao fato de os poços terem pouca profundidade.

Cabe lembrar que a área urbana de Nova Hartz está, quase em sua totalidade, assentada sobre o Arenito Botucatu, que, devido a sua constituição e estrutura, funciona como uma “esponja”. Esta propriedade da rocha sedimentar, no caso dos poluentes, tem efeitos positivos e negativos, dependendo do tipo de poluente considerado. Por exemplo, para os coliformes fecais oriundos do esgoto cloacal não tratado, uma camada considerável de rocha porosa pode causar a morte das bactérias antes delas alcançarem lençóis freáticos mais profundos, como o Aquífero Guarani. No entanto, outros poluentes químicos, como os organoclorados e os fosfatados conseguem migrar até as águas subterrâneas mais profundas, seja qual for a espessura da camada sedimentar do Arenito Botucatu. Na verdade pouco se sabe sobre o comportamento dos poluentes quando atingem os lençóis freáticos, pois existem diferentes formas de confinamento das águas subterrâneas e seu estudo é difícil e oneroso.

A falta de saneamento básico é retratada nas Fotografias 41 e 42, onde se evidencia o uso do arroio como destino direto dos esgotos domésticos na área urbana. No percurso pelo arroio vários desses canos de concreto foram observados e georreferenciados, sendo que no local do lançamento existe odor desagradável.

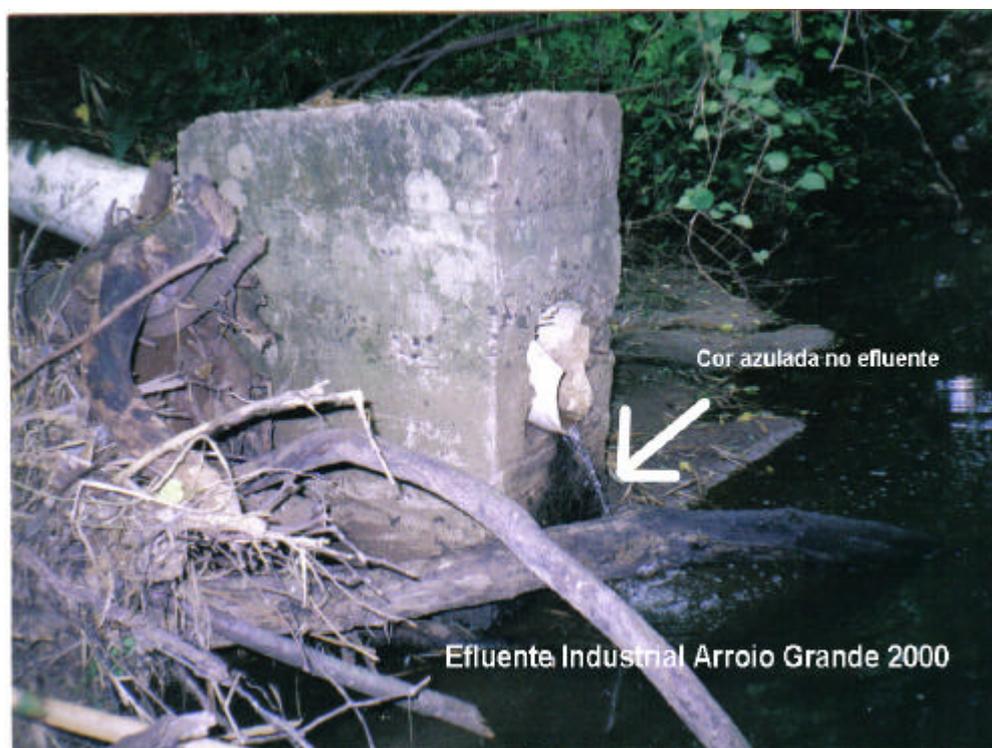


Fotografia 41 - Esgoto doméstico sendo lançado diretamente no arroio Grande, Nova Hartz
Fonte: Weissheimer, C., 2004



Fotografia 42 - Ocupação urbana de APP com despejo de efluentes residenciais no arroio Fuzil, Nova Hartz
Fonte: Weissheimer, C., 2004

Verificou-se que a emissão dos efluentes industriais nos arroios não está sendo monitorada satisfatoriamente. Isso pode ser constatado através de pesquisa nas licenças ambientais através do site da Fepam. Existem também relatos de moradores sobre o aparecimento periódico de oleosidade superficial e de manchas coloridas nas águas do arroio Grande. Em uma das saídas em campo no arroio Grande foi encontrado cano de despejo de efluentes, logo atrás de empresa de calçados (Fotografia 43), no ano de 2000. Após essa data só temos relatos sobre algumas incidências de “colorações” nas águas do arroio Grande, sem contudo comprovação de sua origem.



Fotografia 43 - Despejo de efluente industrial no arroio Grande

Fonte: Weissheimer, C., 2000

Muitas atividades não possuem licenciamento ambiental e tampouco tem sido exigido pelos responsáveis (órgãos governamentais) e pela comunidade deste município. É comum, por exemplo, a atividade de mineração sem o licenciamento ambiental, conforme registrado em imagem de satélite (Figura 27).



Figura 27 - Área de mineração sem licença ambiental

Fonte: Google Earth, 2003

No entanto, a população tem demonstrado preocupação em relação à água subterrânea, questionando sua qualidade e a falta de esgotamento sanitário que está diretamente relacionada com a saúde pública. Sobre os arroios existem ocasionais manifestações que reivindicam melhor qualidade, geralmente incentivadas nas escolas em datas históricas como desfile da semana da pátria ou do meio ambiente. Observou-se, contudo, que essas manifestações, raras vezes, resultaram em medidas eficazes para solucionar os problemas apresentados, carecendo de medidas e exigências de caráter legal, como fiscalização efetiva e cumprimento das leis ambientais. Desta forma, os problemas sócio-ambientais em Nova Hartz têm se intensificado a cada nova administração, sem que ações eficazes sejam executadas para minimizar ou mesmo sanear esses problemas que atingem a saúde da população.

5.2.4 - Deposição de Resíduos Sólidos (lixo)

A partir da década de 1970 houve a ascensão da indústria calçadista que gerou grande quantidade de resíduos sólidos perigosos (aparas e raspas de couro curtidos a cromo) que foram depositados diretamente sobre o solo e usados, inclusive, como aterro em áreas alagadas e para substrato de estradas nas áreas rurais e urbanas. A erosão e o trabalho das chuvas sobre o solo está fazendo com que estes depósitos de couro aflorem e tragam consigo o chorume resultante do processo de deterioração desse material. Em alguns locais, após as chuvas, encontra-se o chorume escoando na superfície do solo, resultado da decomposição de couro enterrado há mais de 40 anos, como pode ser visto na Fotografia 44, em estrada rural de servidão, raramente usada.

Na década de 1980 houve também a utilização das aparas de couro para alimentar fornos usados na fabricação de tijolos, em olaria situada nas margens do arroio Grande. Essa área atualmente é ocupada por residências cujo abastecimento de água é feito exclusivamente através de poços artesianos de pouca profundidade. Sabe-se também que esse local, hoje Bairro Liberdade, era formado por banhados que receberam aterros com resíduos industriais.

A contaminação trazida pelos resíduos sólidos é sutil, pois seus efeitos não são facilmente observáveis e podem causar efeitos até mais graves do que a poluição por efluentes líquidos. Nestes resíduos sólidos depositados em solos permeáveis, a água da chuva descola gradativamente os produtos químicos das aparas de couro e os leva, com o tempo, até os lençóis freáticos, podendo contaminar tanto a água de consumo humano quanto a de abastecimento das propriedades rurais (afetando agricultura e pecuária). Esses resíduos sólidos industriais foram também constatados recentemente, em 2006, nas margens de arroios afluentes do arroio Grande (Fotografia 45).



Fotografia 44 – Chorume em estrada vicinal – área rural

Fonte: Weissheimer, C., 2004



Fotografia 45 - Aparas de couro nas margens de arroio assoreado

Fonte: Weissheimer, C., 2004

No entanto, não existe estudo específico sobre o comprometimento do solo e das águas subterrâneas que abastecem o município de Nova Hartz. Aqui existe o agravante de a área estar assentada sobre a Formação Botucatu, o que significa dizer área de recarga do Aquífero Guarani, um dos maiores reservatórios subterrâneos de água doce do planeta, que aflora nessa região. Aqui, o Aquífero possui pontos próximos à superfície que não estão protegidos e são extremamente frágeis às alterações do ambiente. Em Nova Hartz essa formação ocupa a maior parte da área mais densamente povoada e onde as intervenções humanas se fazem presentes de forma desordenada e sem planejamento ambiental. Em alguns locais, basta cavar 6 m para encontrar água em abundância, o que pode significar também oportunidade para entrada de contaminantes para os lençóis freáticos que abastecem boa parte da população do município.

Outro fato que pode contribuir para a poluição de aquíferos são os aterros sanitários que os contaminam pelo processo natural de precipitação e infiltração. O aterro sanitário de Nova Hartz (antigo lixão) encontra-se sobre a Formação Botucatu, como mostra a foto 45. Esse aterro, devido às suas irregularidades, sofreu interdição pelo órgão ambiental estadual - a FEPAM - no ano de 2000 e atualmente está em processo de recuperação natural (Fotografia 46).



Fotografia 46 - Antigo lixão de Nova Hartz sobre Botucatu

Fonte: Fepam, 2000

A atual Usina de Reciclagem, em operação desde 2000 já apresentou problemas, como o rompimento da lagoa de contenção, em 2005, vazando o chorume acumulado por anos, diretamente em arroio próximo. Segundo relato de moradores vizinhos à usina, o fato não chegou ao conhecimento dos órgãos fiscalizadores e o município não foi autuado.

A deposição irregular de resíduos sólidos industriais ainda se faz presente em diversos focos distribuídos pela área do município, seja rural ou urbana. Não é raro encontrar-se, por exemplo, aparas de couro, latas de tinta e componentes da fabricação de calçados jogados diretamente sobre o solo e próximos aos arroios. A Fotografia 47 mostra restos de construção civil e aparas de couro às margens do arroio Grande, à montante da área urbana. Alguns metros a jusante foram encontradas embalagens de produtos químicos usados na indústria calçadista (Fotografia 48).



Fotografia 47 – Aparas de couro e restos de construção encontrados às margens do arroio Grande

Fonte: Weissheimer, C., 2007



Fotografia 48 - Resíduos sólidos industriais à margem do arroio Grande
Fonte: Weissheimer, C., 2007

5.2.5 – Barragens e retificações do leito

A barragem é uma barreira dotada de uma série de comportas ou outros mecanismos de controle, construída transversalmente a um rio, para controlar o nível das águas de montante, regular o escoamento ou derivar suas águas para canais.

As pequenas barragens encontradas no percurso dos aproximadamente 7 km estudados do arroio Grande serviam para represar e/ou desviar a água através de canais para que a água movimentasse rodas d'água que, por sua vez, geravam energia necessária para mover as engrenagens das atafonas. Conforme visto anteriormente no cap. IV, a produção de farinha de mandioca marcou época na economia local. Muitas dessas barragens não existem mais e as que ainda persistem não têm mais a utilidade de outrora. A não ser as que servem para desviar água para açudes, o que diminui a vazão do arroio, prejudicando sua hidrodinâmica, além de se constituir em barreira para a migração dos peixes que

desovam nas cabeceiras dos arroios. A Fotografia 49 mostra uma dessas pequenas barragens, em área rural muito próxima á área urbana e central do município. As ruínas de outra barragem, de altura superior a 1,5 m, pode ser observada na Fotografia 50, sendo que esta fica à uns 500m a montante da anterior, na área rural.



Fotografia 49 – Barragem dos Pilger no arroio Grande
Fonte: Weissheimer, C., 2006



Fotografia 50 – Ruínas da barragem dos Schönardie no arroio Grande
Fonte: Weissheimer, C., 2006

Quanto às retificações, o arroio Grande e alguns de seus tributários tiveram longos trechos de seus leitos “corrigidos”. A Figura 28 foi feita justapondo-se o traçado dos arroios digitados da Carta do exército à foto atual do Google Earth e destacando em azul o traçado atual. Assim, pode-se observar o quanto houve desvio no curso natural desse arroio e de parte do arroio da Bica.



**Figura 28 – Traçado antigo do leito do arroio Grande (em preto) e traçado atual após retificação (em azul).
Fonte: Modificado de GEOFEPAM, 2006**

A diminuição drástica de fauna aquática no arroio Grande pode ser verificada através dos relatos dos moradores. Atualmente, ainda pode ser observada a presença de jundiás, lambaris, carás, mandim, mas só no curso médio do arroio, até porque as pequenas barragens e as cascatas impedem a migração dos peixes para áreas mais próximas das nascentes onde a qualidade das águas é mais favorável à sua procriação.

O aumento da velocidade decorrente das retificações causa a diminuição da infiltração da água e, conseqüentemente, a redução da recarga dos aquíferos e da vazão do arroio. Esse pode ser um dos fatores da diminuição de oferta de água subterrânea observada na região. Segundo os moradores, atualmente muitos poços, principalmente os mais rasos, chegam a secar durante épocas menos chuvosas, o que há tempos atrás não acontecia. Evidentemente que o crescimento populacional do município, com a abertura de milhares de poços nos últimos 15 anos é uma das principais causas desse fenômeno.

5.3 – A qualidade das águas do arroio Grande

O projeto Monalisa, executado pela UNISINOS em parceria com a SEMA/DRH/FRH-RS e cuja etapa de mapeamento dos impactos na bacia hidrográfica do rio dos Sinos foi concluído em 2007, criou um índice de qualidade ambiental através da atribuição de escores nas categorias de impacto. Estes escores foram somados para cada segmento de cinco quilômetros do próprio rio dos Sinos e de todos os seus afluentes. Este método revelou os trechos de maior concentração de impactos, que receberam a cor vermelha no mapa. Trechos com escores intermediários receberam a cor amarela, e os trechos com pouco impacto, foram identificados pela cor verde, como mostra, para o município de Nova Hartz (Figura 29).

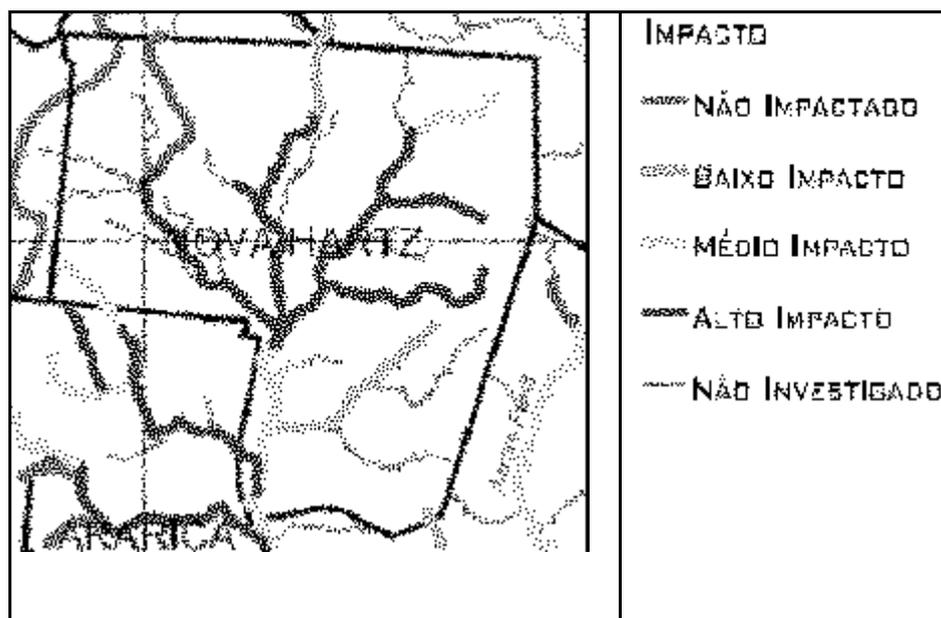


Figura 29 - Classificação dos arroios de Nova Hartz, segundo um índice de qualidade ambiental

Fonte: UNISINOS / SEMA - Projeto Monalisa

Observa-se claramente que os trechos mais impactados correspondem aos trechos de maior índice de ocupação e/ou uso humano. Veiga (2001) nos traz o conceito de urbano, que seria o município que apresenta densidade demográfica acima de 80 hab/km². Nova Hartz, portanto, se enquadra nessa tipologia de cidade. Essa concentração urbana está claramente contribuindo na formação do quadro de acentuado impacto ambiental constatado nos trechos dos arroios que atravessam as áreas urbanas desse município.

A influência das águas superficiais na qualidade e quantidade das águas subterrâneas foi apontada na resolução nº 15/2001 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que “reconhece a interação entre água superficial e subterrânea e a indissociabilidade de gestão destes dois tipos”. Szubert et. al. (1994) já alertavam para o problema: “é provável também a contaminação do aquífero confinado profundo se a porção superficial contaminada do poço não for adequadamente isolada”. Esta suposição teve origem na constatação de inúmeros poços mal lacrados encontrados em Nova Hartz e que são possíveis fontes de contaminação dos aquíferos subterrâneos.

A contaminação das águas subterrâneas não tem somente origem na intervenção humana sobre os recursos naturais. Tem-se a informação, por exemplo, que o município vizinho de Araricá enfrenta problema devido à presença de altas doses de Flúor nas águas dos poços. Esse fenômeno, segundo geóloga da CPRM (informação pessoal) pode ser de origem litológica.

Em Nova Hartz, através das entrevistas e das observações em campo, foi constatada a existência de extensas áreas aterradas utilizando couro curtido a cromo, entre as décadas de 1960 e 1990, em diferentes bairros do município e em áreas rurais. Atualmente, esses terrenos são ocupados por residências e por lavouras. Não há conhecimento de nenhum tipo de análise toxicológica das águas subterrâneas ou dos solos que pudessem comprovar a existência de intoxicação por metais pesados para a região em estudo. Assim, pode-se apenas supor que as águas dos lençóis freáticos e os solos estejam contaminados por metais pesados utilizados na fabricação de calçados e dispostos durante mais de 30 anos sobre os solos permeáveis desse município.

5.3.1 – Índice de Qualidade da Água (IQA)

Um Índice de Qualidade de Água (IQA) é um valor numérico que pode variar entre zero a cem, traduzindo sinteticamente a qualidade de água de um manancial hídrico. Pela forma simplificada como esse índice é apresentado, torna-se compreensível para a comunidade usuária, que, através dessa pontuação tem acesso aos resultados das análises obtidas da rede de monitoramento.

Para obtenção do IQA existe um peso relativo para cada parâmetro que foi obtido na experiência dos técnicos que atuam na área. Cabe lembrar que, além de um caráter subjetivo, como cita Haase (1993): “todos esses índices contemplam um grau de subjetividade, pois dependem da escolha das variáveis que constituirão os indicadores principais das alterações da qualidade de água”. A avaliação do IQA considera somente os parâmetros mais significativos que são essenciais à manutenção da biota aquática. A existência de substâncias tóxicas que podem comprometer a qualidade do curso de água necessita da incorporação ao IQA de um Índice de Toxidez.

O objetivo do IQA no presente estudo é fornecer um dado momentâneo, que reflete apenas a condição da água no momento da coleta e não utiliza índice de toxidez. Portanto, o IQA do trecho estudado não é uma avaliação da qualidade das águas desse arroio, devido suas limitações metodológicas que não contemplam as características peculiares do manancial hídrico em foco. Serve, no entanto, como ferramenta adicional à interpretação dos dados de qualidade da água e como informação acessível à população usuária dessas águas.

Utilizaram-se os parâmetros adotados para estabelecimento do IQA do rio dos Sinos pela Fepam, que são: Oxigênio dissolvido (OD), turbidez, pH, coliformes fecais, sólidos totais, temperatura, nitratos, fosfatos e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). As amostras de água foram coletadas dia 23 de janeiro de 2007 nos pontos do arroio Grande indicados na Figura 30. Esses parâmetros são importantes na medida em que indicam o impacto do uso do solo e da própria água sobre a sua qualidade.

A Figura 30 mostra uma imagem de satélite do GoogleEarth, indicando a localização dos pontos de coleta de água no arroio Grande.

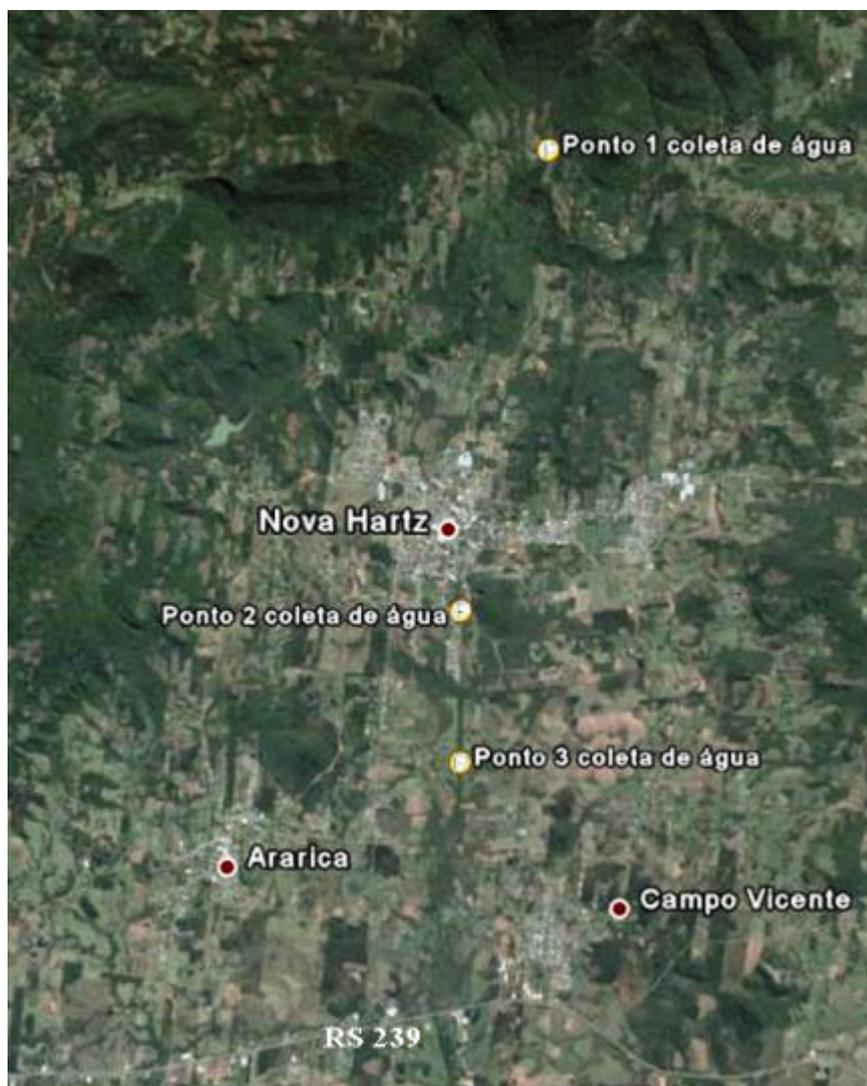


Figura 30 – Localização dos pontos de coleta de água em foto satélite

Fonte: Modif. do Google Earth, 2007

5.3.1.1 – Metodologia

Para o cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) adotou-se o método desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF). Este método consiste em traduzir os resultados dos parâmetros selecionados em notas parciais de

qualidade que variam de 0 (zero) a 100 (cem). As notas parciais são obtidas a partir de curvas específicas, sendo atribuídos pesos diferenciados a cada parâmetro, considerando-se os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos: pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrato, fosfato, sólidos totais e coliformes fecais. Os pesos maiores são atribuídos aos parâmetros mais significativos, ou seja, que refletem as características essenciais à manutenção da biota no manancial hídrico.

Os parâmetros aplicados para obtenção do IQA e os pesos respectivos são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Pesos relativos dos parâmetros adotados pela Fepam e Comitesinos

PARÂMETRO	PESO RELATIVO
Oxigênio Dissolvido (OD)	0,19
Coliformes fecais	0,17
pH	0,13
DBO	0,11
Fosfato Total	0,11
Nitrato	0,11
Turbidez	0,09
Sólidos Totais	0,09

A fórmula usada para o cálculo do IQA foi multiplicativa. A equação usada para o cálculo foi:

$$IQA = \pi . q_i . w_i$$

π = símbolo de produtório;

w_i = peso relativo do i – ésimo parâmetro;

q_i = qualidade relativa do i – ésimo parâmetro;

i = número de ordem do parâmetro (1 a 8)

O IQA é agrupado em intervalo de classes relacionadas à qualidade de água obtida nas análises e cálculos, semelhantes ao proposto pela NSF, conforme Quadro 10. Somou-se cores diferenciadas para cada conceito, facilitando a identificação das faixas no quadro dos resultados (Quadro 12, pág. 148).

Quadro 10 – Faixas de IQA e classificação da qualidade das águas (conceito) e cores

FAIXA DE IQA	CONCEITO	CORES
0 - 25	MUITO RUIM	
26 - 50	RUIM	
51 - 70	REGULAR	
71 - 90	BOA	
91 - 100	EXCELENTE	

O Quadro 11 apresenta as metodologias usadas em laboratório para análise dos parâmetros.

Quadro 11 – Metodologias usadas em laboratório para análise das águas

	Oximetria	Espectofoto- -metria	Potencio- -metria	Tubos Múltiplos	Gravi- -metria
OD					
Colif. Fecais					
pH					
DBO					
Fosfato Total					
Nitrato					
Turbidez					
Sólidos Totais					

5.3.1.2 – Descrição dos parâmetros de qualidade utilizados

Turbidez

A turbidez é a medida da transparência de uma amostra ou corpo de água, que indica a redução de penetração da luz, devido à presença de matéria em suspensão ou substâncias coloidais. É um dos parâmetros físicos da água mais afetados pelo aporte de sedimentos nos cursos de água. É medida em UNT (unidade nefelométrica de turbidez).

A turbidez na água é causada pela presença de materiais em suspensão, tais como argilas, siltes, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida e organismos microscópicos, resultantes de processos naturais de erosão, mas também da descarga de esgotos. A turbidez diminui a penetração da luz na água, reduzindo a fotossíntese.

Segundo Word e Elliot, citados em Silva et al (2004), declaram que o sedimento é, provavelmente, o mais significativo poluente, devido aos seus impactos na água e seus efeitos no transporte de outros poluentes. Estudos mais recentes associam à variável turbidez em mananciais que recebem despejos de esgotos domésticos à presença de organismos patogênicos, tornando-se além de um parâmetro de controle estético um parâmetro sanitário de qualidade. (SANTOS et al.1999). Nos processos de descontaminação das águas para uso humano, a turbidez pode reduzir a eficiência da cloração, pela proteção física dos microrganismos do contato direto com os desinfetantes, além de transportar matéria orgânica absorvida que pode provocar alteração de sabor e odor. Além disso, o Cloro é consumido no processo de oxidação da matéria orgânica, prejudicando a eficiência de seu efeito depurador. Já em águas límpidas, com baixa turbidez, os microrganismos patogênicos e outros elementos tóxicos não encontram refúgio e são mais eficazmente eliminados.

Outro importante efeito da turbidez diz respeito à entrada de luz na coluna de água, necessária para o processo fotossintetizante que é vital para a produção primária dos ecossistemas aquáticos. A turbidez afeta, dessa forma, toda a cadeia alimentar, o que significa a própria sobrevivência do ecossistema afetado.

pH - Potencial Hidrogeniônico

O pH, ou potencial hidrogeniônico, está relacionado com a quantidade livre de íons hidrogênio em solução aquosa, indicando a acidez ou alcalinidade da solução. Calcula-se a partir do logaritmo negativo de base 10 da concentração de íons de hidrogênio em moles por litro. A concentração de ion-hidrogênio é um importante parâmetro tanto das águas naturais como das águas servidas, pois a existência de grande parte da vida biológica só é possível dentro de estreitos limites da variação desse parâmetro. O pH 7 indica solução neutra; valores maiores de 7 indicam solução alcalina e valores abaixo de 7 são ácidos. O pH de um corpo d'água também pode variar, dependendo da área (no espaço) que este corpo recebe as águas da chuva, os esgotos e a água do lençol freático. Quanto mais ácido for o solo da bacia, mais ácidas serão as águas deste corpo d'água.

A faixa de pH permissível varia com outros fatores como temperatura, OD, conteúdo de outros cátions e ânions. As águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9. Podem estar ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos. Porém pH muito ácido ou muito alcalino pode estar associado à presença de despejos industriais. Também um rápido aumento do pH causa acréscimo na concentração de amônia, que é tóxica.

O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH e mais ácida a solução, pois para haver decomposição desse material muitos ácidos são produzidos (como o ácido húmico). As águas conhecidas como “pretas” (por exemplo o Rio Negro, no Amazonas) possuem pH muito baixo, devido ao excesso de ácidos em solução.

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

Segundo Moreira (1990), DBO é: “a determinação da quantidade de oxigênio dissolvida na água e utilizada pelos microorganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica”. É o parâmetro mais empregado para medir a poluição, normalmente utilizando-se para a análise a demanda bioquímica de cinco dias (DB05). A determinação de DBO é importante para verificar-se a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica. Portanto, pode indicar a presença de matéria orgânica, que pode ter origem nos esgotos cloacais ou nos efluentes industriais. Quanto maior a DBO na água, menor a concentração do oxigênio que nela está dissolvida.

Quando executado em águas de rio, este teste mede as condições de poluição por matéria orgânica tanto de origens industriais como urbanas. Essa demanda pode ser tão grande que consome todo o oxigênio dissolvido na água, ocasionando a morte de todos organismos aquáticos aeróbios. Foi o que ocorreu no mês de outubro de 2006 no rio dos Sinos, que resultou na morte de mais de 90 toneladas de peixes (mais de 1 milhão de peixes) em um trecho de 15 km do rio, entre os municípios de Portão e Sapucaia do Sul, sendo identificados pelo menos 26 produtos químicos nas amostras de água e de peixes recolhidas no rio dos Sinos.

OD - Oxigenio dissolvido

Naturalmente existem duas fontes de oxigênio para os sistemas aquáticos: a primeira é a atmosfera e a segunda é a fotossíntese, realizada pelos seres vivos. Por isso a medida de oxigênio é muito importante para se determinar o estado de saúde do sistema. Quando se têm pouco oxigênio, é provável que haja algum problema no sistema. Por exemplo, despejo de esgotos ou retirada de areia do fundo. Essa retirada levanta o material depositado no fundo (sedimento), promovendo o aumento da decomposição e conseqüente diminuição do oxigênio pela demanda microbiana e também pelo aumento da turbidez que afeta o processo fotossintético que produz oxigênio.

O oxigênio dissolvido na água é fundamental para manutenção da vida aquática. Quanto menor a concentração de oxigênio dissolvido, maior é a possibilidade de ocorrência de mortandade de peixes e outros seres vivos do meio aquático. Concentrações abaixo de 2,0 mg/l de oxigênio podem ocasionar mortandade de peixes. No caso da maior mortandade de peixes ocorrida no rio dos Sinos em outubro de 2006, o nível de OD chegou a 0,3 mg/l. Altas concentrações de oxigênio dissolvido, além de benéficas para a vida aquática, favorecem a depuração da matéria orgânica lançada nos corpos hídricos.

Para Moreira (1990): "o oxigênio dissolvido é requerido para a respiração dos microorganismos aeróbios e de todas as outras formas de vida aeróbias. A quantidade de oxigênio dissolvido depende de: (1) solubilidade do gás; (2) pressão parcial do gás na atmosfera; (3) temperatura; (4) grau de pureza (salinidade, sólidos em suspensão etc.) da água. Como as reações bioquímicas que utilizam o oxigênio aumentam com o aumento da temperatura, os níveis de oxigênio dissolvido tendem a ser mais críticos no verão".

Coliformes fecais

Este parâmetro visa avaliar o potencial de contaminação da água por microorganismos patogênicos de origem fecal. Baseia-se na determinação da concentração de coliformes fecais em um dado volume de água.

As bactérias do grupo coliformes não são, normalmente, patogênicas, mas são organismos de presença obrigatória, em grandes números, nos intestinos humanos e, portanto, na matéria fecal. Calcula-se que um ser humano adulto elimina de 50 a 400 bilhões dessas bactérias. Assim sendo, sua presença permite detectar a presença de fezes na água em concentrações extremamente diluídas, dificilmente verificáveis pelos métodos químicos correntes. Como, por outro lado, as bactérias patogênicas humanas veiculadas por água estão sempre associadas às fezes, a presença de coliformes significa a presença potencial de patógenos, que podem transmitir doenças como: cólera, disenteria amebiana e bacilar, febre tifóide e paratifóide, gastroenterite, giardíase, hepatite infecciosa, leptospirose, salmonelose, paralisia infantil, esses por ingestão de água

contaminada. Também doenças como a escabiose, o tracoma, as verminoses e a esquistossomose, podem ser transmitidas ao ser humano por contato com água contaminada. A transmissão de doenças por meio de vetores, como os insetos que se desenvolvem na água, são: a dengue, a febre amarela, a filariose e a malária.

No entanto, o parâmetro coliformes fecais permite identificar o efeito nocivo da poluição sem a necessidade do estudo analítico de identificação dos patógenos, o que seria muito mais oneroso e demorado. A simples verificação de ausência dos patógenos em uma pequena amostra não permite inferir que eles não podem estar presentes na água a ser consumida, sendo que a ausência de coliformes fecais permite, sem dúvida, concluir sobre a não existência de matéria fecal na amostra, o que torna esse parâmetro mais seguro e prático.

Sólidos totais

Conforme Lund (1971) citado por Moreira (1990) , o conceito de sólidos totais “é a quantidade total de sólidos presentes em um efluente, tanto em solução quanto em suspensão”. Já o material em suspensão, como o nome já diz, é o material particulado não dissolvido, encontrado suspenso no corpo de água, composto por substâncias inorgânicas e orgânicas, incluindo-se aí os organismos planctônicos. Tem influência direta na diminuição da transparência da água, impedindo a penetração da luz.

Moreira (1990) afirma que: "analiticamente, os sólidos totais contidos nos esgotos são definidos como a matéria que permanece como resíduo depois da evaporação à temperatura compreendida entre 103°C e 105°C".

A quantidade e natureza dos sólidos nas águas é muito variável, abrangendo valores de 20 a 1000 mg/l. Quanto à natureza, de maneira geral, são divididos em sólidos suspensos (resíduo não filtrável) e sólidos dissolvidos (resíduo filtrável). Os sólidos totais afetam a dureza da água e aumentam com o grau de poluição.

Nitratos

As águas naturais contêm nitratos em solução. Os nitratos são o produto final da estabilização aeróbica do nitrogênio orgânico e, como tal, eles ocorrem em águas poluídas que tenham sofrido um processo de autopurificação ou processo de tratamento aeróbico. A presença de nitratos denuncia a existência de poluição recente, uma vez que essas substâncias são oxidadas rapidamente na água, graças, principalmente à presença de bactérias nitrificantes. Frequentemente ocorrem concentrações elevadas de nitratos em poços de pouca profundidade, em sítios. Isso se deve, em grande parte, à deficiência na proteção de poços e proximidade de fossas sépticas. Outro fator que pode contribuir para o aumento do nitrato é a drenagem de fertilizantes do solo para o manancial hídrico.

Stevenson, citado em Resende et. al. (2002) afirma que: “os impactos do nitrato atingem a saúde humana (metaemoglobina em crianças, câncer, doenças respiratórias), na saúde animal (morte de animais domésticos), na saúde das plantas (crescimento diminuto ou excessivo) e na qualidade do ambiente (eutrofização e redução do oxigênio atmosférico).

Resende et al (2002) também citam que: “a agricultura pode não ser a única fonte geradora do aumento dos níveis de nitratos em cursos de água, pois trabalhos recentes indicam que a urbanização pode ser o fator principal em algumas áreas, onde altas doses de fertilizantes (além das necessárias) são usadas em jardins e gramados”. Ressaltam os mesmos autores que os solos arenosos tem maior potencial de contaminação dos cursos de água por serem mais sujeitos à erosão.

Como o nitrato tem alta mobilidade – por ser solúvel em água e não se ligar a partículas do solo – tornou-se um dos principais poluentes da água subterrânea.

Fosfatos

Os compostos de fósforo são um dos mais importantes fatores limitantes à vida dos organismos aquáticos, pois tem papel fundamental no controle ecológico das algas. Despejos orgânicos e alguns tipos de despejos industriais podem enriquecer as águas com esse elemento.

Quando quantidades suficientes de compostos nitrogenados estiverem presentes na água, concentrações de fósforo acima de 0,1 mg/l podem causar problemas devido ao desenvolvimento de lodos e crescimento de algas, os quais afetam o uso público, industrial e de recreação. A presença do fosfato acima dos padrões ambientais pode causar, portanto, efeitos nocivos, como a eutrofização acelerada, com aumento de odores e gosto na água; toxicidade sobre todos os organismos aquáticos, especialmente os peixes; prejuízos no tratamento da água, interferindo na coagulação, floculação e tratamento soda-ca, assim como na coagulação quando sua concentração ultrapassa 0,1 mg/l.

Temperatura

Este parâmetro é de fundamental importância para os sistemas aquáticos terrestres, já que os organismos possuem diferentes reações às mudanças deste fator.

A maior parte dos organismos aquáticos tem sua temperatura regulada pelo meio externo. Por tanto nestes organismos a velocidade de suas reações metabólicas dependem da temperatura da água. A elevação desta temperatura, por introdução de águas mais quentes (poluição térmica) acelera os mecanismos de respiração, nutrição, reprodução e movimentação. Caso haja abaixamento de temperatura o efeito é contrário.

Nos sistemas aquáticos a temperatura da água possui ainda diversas interações com outras variáveis, como a solubilidade dos gases.

A temperatura da água apresenta pequena variação, de forma lenta durante o dia, garantindo a sobrevivência dos seres aquáticos. Mudanças na temperatura podem resultar em modificações em outras propriedades como: redução da viscosidade da água por elevação da temperatura, podendo ocorrer o afundamento de muitos microrganismos aquáticos, principalmente do fitoplâncton; e o aumento da sua densidade pela redução de temperatura, que ocorre até uma temperatura de 4°C, abaixo da qual a densidade diminui. A água possui densidade máxima a 4°C.

5.3.1.3 – Resultados

A única campanha de coleta de amostras de água do arroio Grande realizada no presente estudo não é suficiente para estabelecer um Índice de Qualidade de Água desse arroio. Os resultados traduzem o estado das águas para o momento da coleta, porém, as informações obtidas contribuíram para a análise dos impactos ambientais verificados na sub-bacia.

O Quadro 12 apresenta a planilha de cálculo com os resultados obtidos conforme fórmula descrita anteriormente, para os pontos de coleta 1,2 e 3. O w_i representa o peso relativo do parâmetro, adotado nesse trabalho. O q_i é a qualidade relativa do i -ésimo do parâmetro e o \prod é o símbolo do produtório.

Quadro 12 – Resultados do cálculo do IQA para as águas do arroio Grande nos pontos de coleta

Parâmetro	w_i	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
		q_i	\prod	q_i	\prod	q_i	\prod
C. Fecais (NMP/100 ml)	0,17	51	1,9511	28	1,7620	32	1,8025
DBO ₅ - mgL ⁻¹	0,11	91	1,6425	81	1,6216	91	1,6425
Nitrogênio total - mgL ⁻¹	0,11	100	1,6596	99	1,6578	99	1,6578
Fosfato total - mgL ⁻¹	0,11	100	1,6596	55	1,5540	70	1,5957
OD - (% sat.)	0,19	78	2,2882	80	2,2993	75	2,2712
pH	0,13	87	1,7871	90	1,7949	89	1,7923
Turbidez - NMT	0,09	100	1,5136	100	1,5136	100	1,5136
Sólidos Totais - mgL ⁻¹	0,09	88	1,4962	87	1,4947	87	1,4947
Faixa do IQA		81,74		68,72		72,13	
Nota		Boa		Regular		Boa	

FONTE: Fepam, DMAE, Corsan

Para cada amostragem foi realizada análise individual, para fins de classificação nas classes conforme resolução n° 357 do CONAMA. Fundamentando-se nessa resolução, foram observados os teores máximos permitidos para cada classe, à exceção do OD, onde foi considerado o valor mínimo.

No ponto 1, próximo a uma das nascentes do arroio Grande, todos os resultados das análises dos 8 parâmetros classificam as águas nesse ponto na classe 1. A pequena concentração de coliformes fecais é, provavelmente, resultante da criação de animais em propriedades rurais a montante do ponto de coleta. No ponto 2, situado a jusante do centro urbano, dois parâmetros – coliformes fecais e fósforo total – apresentaram índices fora dos padrões de classificação para a classe 1. A falta de tratamento de esgoto e o despejo desses diretamente no arroio, constatado e mapeado no mapa dos despejos de efluentes, é a provável causa dessa diminuição na qualidade das águas nesse ponto de coleta. No ponto 3, em área rural, a uns 2 km a jusante da área urbana, três parâmetros apresentaram-se com índices que os classificam na classe 2. Um decréscimo no oxigênio dissolvido pode estar relacionado à menor capacidade depurativa do arroio neste trecho devido à maior quantidade de sedimentos e menor velocidade e aeração das águas. Outro fator que pode estar influenciando essas alterações é a contribuição das águas dos dois arroios tributários, o arroio da Bica e o Tigre, que deságuam poucos metros a montante desse ponto.

Quanto ao parâmetro temperatura, o ponto 1, próximo as nascentes, apresentou a temperatura mais baixa, devido ao sombreamento das margens e velocidade da correnteza. Já os pontos onde as águas receberam despejos e elementos sólidos provenientes das atividades humanas e onde a incidência solar é maior, apresentaram 3° C a mais, ou seja, ambos os pontos apresentaram temperatura de 24° C.

O parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos três pontos do arroio Grande apresentou índices em conformidade com a resolução 357/2005 do Conama para a Classe 1. No entanto, percebe-se uma significativa diminuição da qualidade das águas no ponto 2, em área urbana e um aumento na

qualidade desse ponto até o 3 em trecho rural a jusante da urbana. A alteração da DBO, que alcançou maiores índices no ponto 2, indica a presença de maior quantidade de matéria orgânica e isso se deve ao lançamento de esgotos no arroio a montante, quando ele atravessa a área urbana.

O oxigênio dissolvido (OD) nos pontos 1 e 2 apresentaram-se dentro da classe 1, sendo que no ponto 3 o resultado menor que 6,0 mg/L o classifica na classe 2. O pequeno decréscimo de OD dos pontos a montante para esse ponto pode estar relacionado ao aumento de temperatura da água e diminuição da vazão.

O parâmetro sólidos totais nos três pontos do arroio Grande está dentro dos padrões legais. No entanto, observa-se que do ponto 1 para o ponto 2 o valor duplicou, após atravessar a área urbana. Além da adição de poluentes sólidos advindos das atividades humanas, ressalta-se o aporte de sedimentos que ocorre na área urbana devido à erosão acentuada, influenciada pelos valores pluviométricos e pelas declividades presentes em solos facilmente erodíveis. Portanto, a localização do centro urbano, logo após as áreas de maior declividade, propicia o acúmulo dos sedimentos oriundos das partes mais elevadas, causando o assoreamento e a presença maior de sólidos totais em comparação às partes a montante do arroio, em solos pedregosos e com mínima atuação da erosão.

Quanto ao parâmetro Turbidez, não foi detectado nos pontos de coleta de água, o que equivale dizer que a turbidez apresentou-se menor que o 1 (valor mínimo para detecção).

Nas análises de pH as médias encontradas nos pontos de coleta foram para o ponto 1 de 7,9, no ponto 2 de 7,6 e no ponto 3 de 7,8. Verifica-se através das médias nos pontos de coleta em estudo que os mesmos estão dentro das especificações estabelecidas para os índices de pH, conforme a resolução do CONAMA 357/05 que estabelece para águas de classe 1, 2 e 3 uma faixa com índices de pH entre 6,0 e 9,0.

Quanto aos nitratos, não foi detectado no ponto 1 por serem águas que sofrem bem menos impactos antrópicos e nos demais pontos encontram-

se dentro dos padrões legais. No município de Nova Hartz é bastante comum lavouras e roças de aipim, mandioca, milho, feijão, amendoim e outras culturas. Devido à baixa fertilidade do solo (solos arenosos) o uso de fertilizantes é premissa básica no entendimento dos plantadores. O uso generalizado e constante do adubo NPK pode ser uma das fontes de nitrato encontrado nas análises das águas do arroio Grande nos pontos a jusante da área urbana. Isto porque é comum a presença de roças na área urbana, em terrenos baldios e nos bairros e o ponto 3, onde o resultado foi um pouco maior, é área essencialmente agrícola. Já o ponto 1, mais próxima à nascente do arroio, não apresenta uso intensivo do solo para agricultura e, provavelmente por isso, não foi detectado o nitrato nas águas.

Os altos índices de fosfatos encontrados nos pontos 2 e 3 podem estar relacionados com os despejos cloacais encontrados a montante destes pontos, principalmente na área urbana. O ponto 1 apresentou baixa presença de coliformes fecais, dentro do limite para a classe 1. Os pontos 2 e 3 apresentam índices de coliformes fecais bem superiores ao do ponto 1, classificando as águas nesses pontos na classe 2. A diferença dos resultados de coliformes fecais entre o ponto 1, a montante da área urbana e os pontos 2 e 3, ambos a jusante da área urbana torna evidente a existência do despejo de efluentes cloacais *in natura* diretamente no arroio Grande.

Conclue-se que as águas do arroio Grande se apresentam com uma boa qualidade nos trechos desde as nascentes até o início da área urbana e do final dessa área até o ponto 3, em área rural. No entanto, no trecho urbanizado, a qualidade foi regular, pois as águas recebem aí o maior número de impactos. Observa-se, portanto, uma diminuição na qualidade das águas depois que elas atravessam a área urbana, sendo que o maior problema é contaminação por carga orgânica de origem cloacal. Isto se deve ao fato de os arroios estarem sendo ainda usados como destino dos efluentes cloacais e industriais, sem os devidos tratamentos. Os nutrientes, como o fosfato, requerem uma avaliação mais específica, especialmente por terem apresentado altos índices nos pontos 2 e 3.

O Quadro 13 apresenta os resultados das análises das águas do arroio Grande nos três pontos de coleta e os índices permitidos para cada classe de uso, segundo resolução nº 357/2005 do CONAMA

Quadro 13 - Resultados das análises das águas superficiais nos pontos de coleta e classificação segundo res. 357/2005 - Conama

PONTO 1	PARÂMETROS	RESULTADOS	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3
	DBO	1,3 mg/L	DBO ₅ – até 3 mg/L	DBO ₅ até 5 mg/L	DBO ₅ até 10 mg/L
	OD	6,0 mg/L	OD – não inferior a 6mg/L	OD não inferior a 5mg/L	OD não inferior a 4mg/L
	Sólidos Totais	40,0 mg/L	Sólidos Totais máx. 500 mg/L	Sólidos Totais máx.500 mg/L	Sólidos Totais máx. 500 mg/L
	Turbidez	Não detectado	Turbidez até 40 UNT	Turbidez até 100 UNT	Turbidez até 100 UNT
	pH	7,9	pH de 6,0 a 9,0	pH de 6,0 a 9,0	pH de 6,0 a 9,0
	Nitrato	Não detectado	Nitrato 10,0 mg/L	Nitrato 10,0 mg/L	Nitrato 10,0 mg/L
	Fosfato total	Não detectado	Fosfato Total máx 0,1 mg/L	Fosfato Total máx 0,1 mg/L	Fosfato Total máx 0,15 mg/L
	Coliformes Fecais	34,0 NMP/100mL	Coliformes Fecais máx. 200 NMP/100 ml	Coliformes Fecais máx. 1000 NMP/100 ml	máx.2500NMP/100 ml(recreação); 1000NMP/100ml (dessedentação) e 4000NMP/100ml (demais usos)
PONTO 2	DBO	2,4 mg/L	DBO ₅ até 3 mg/L	DBO ₅ até 5 mg/L	DBO ₅ até 10 mg/L
	OD	6,0 mg/L	OD – não inferior a 6mg/L	OD – não inferior a 5mg/L	OD – não inferior a 4mg/L
	Sólidos Totais	88,0 mg/L	Sólidos Totais máx. 500 mg/L	Sólidos Totais máx. 500 mg/L	Sólidos Totais máx. 500 mg/L
	Turbidez	Não detectado	Turbidez até 40 UNT	Turbidez até 100 UNT	Turbidez até 100 UNT
	pH	7,6	pH de 6,0 a 9,0	pH de 6,0 a 9,0	pH de 6,0 a 9,0
	Nitrato	0,04 mg/L N-NO3	Nitrato 10,0 mg/L	Nitrato 10,0 mg/L	Nitrato 10,0 mg/L
	Fosfato total	0,65 mg/L	Fosfato Total máx 0,1 mg/L	Fosfato Total máx 0,1 mg/L	Fosfato Total máx 0,15 mg/L
	Coliformes Fecais	280,0 NMP/100mL	Coliformes Fecais máx. 200 NMP/100 ml	Coliformes Fecais máx. 1000 NMP/100 ml	máx.2500NMP/100 ml(recreação); 1000NMP/100ml (dessedentação) e 4000NMP/100mL(demais usos)
PONTO 3	DBO	1,2 mg/L	DBO ₅ – até 3 mg/L	DBO ₅ – até 5 mg/L	DBO ₅ – até 10 mg/L
	OD	5,9 mg/L	OD – não inferior a 6mg/L	OD – não inferior a 5mg/L	OD – não inferior a 4mg/L
	Sólidos Totais	95,0 mg/L	Sólidos Totais máx. 500 mg/L	Sólidos Totais máx. 500 mg/L	Sólidos Totais máx. 500 mg/L
	Turbidez	Não detectado	Turbidez até 40 UNT	Turbidez até 100 UNT	Turbidez até 100 UNT
	pH	7,8	pH de 6,0 a 9,0	pH de 6,0 a 9,0	pH de 6,0 a 9,0
	Nitrato	0,05 mg/L N-NO3	Nitrato 10,0 mg/L	Nitrato 10,0 mg/L	Nitrato 10,0 mg/L
	Fosfato total	0,36 mg/L	Fosfato Total máx 0,1 mg/L	Fosfato Total máx 0,1 mg/L	Fosfato Total máx 0,15 mg/L
	Coliformes Fecais	220,0 NMP/100mL	Coliformes Fecais máx. 200 NMP/100 ml	Coliformes Fecais máx. 1000 NMP/100 ml	máx.2500NMP/100 ml(recreação); 1000NMP/100ml (dessedentação) e 4000NMP/100mL(demais usos)

5.4 – Cartografia dos indicadores de degradação ambiental

Os produtos finais do geoprocessamento são os mapas temáticos com a localização dos indicadores de degradação ambiental georreferenciados em campo, ao longo do trecho estudado do arroio Grande.

A Figura 31 mostra o mapa da ausência de mata ciliar. O símbolo  representa os pontos onde não existe mata ciliar em uma das margens. No trecho urbano marcado por uma linha vermelha contínua a mata ciliar é ausente em ambas as margens do arroio Grande. Nas áreas rurais, tanto a montante como a jusante da urbana, a ausência de mata ciliar está associada a outro indicador de degradação, o solapamento das margens. Observou-se que nas áreas rurais a montante da área urbana, a retirada das matas das margens teve como objetivo o aproveitamento do solo para plantio, sendo ocupados por lavouras anuais. Já na área rural a jusante da urbana, mais ao sul, o aproveitamento das áreas de preservação permanente (APP's) é para a criação de gado, sendo ocupadas como pasto.

A Figura 32 nos mostra o mapa do solapamento das margens. A degradação causada pela erosão mostrou-se mais intensa nas áreas rurais. Um dos motivos é que na área urbana existe a contenção da erosão das margens através da construção dos “gabiões”. Essas armações de arame e pedra são colocadas na base das margens para evitar o solapamento que causaria danos às estradas e calçadas construídas às margens do arroio. Nas áreas rurais o solapamento está, em sua maioria, associado à falta de mata ciliar. Na área rural ao norte, a velocidade da correnteza é maior do que na área rural ao sul, causando solapamento principalmente nas curvas do arroio. Muitas raízes e matações ficam aflorantes nas margens. Na área rural mais ao sul, o solapamento está ainda mais ligado à ausência de mata ciliar aliado ao tipo de solo mais arenoso.

A Figura 33 mostra o mapa do despejo de efluentes. Foram georreferenciados os canos que apresentavam despejo de efluentes no momento observado. A maioria dos canos localiza-se na área urbana e os efluentes se caracterizam por exalarem odor de esgoto cloacal.

A Figura 34 traz o mapa da deposição de resíduos sólidos. A concentração de lixo depositado às margens do arroio Grande apresentou-se na área rural, a montante da área urbana. A deposição clandestina é nesse trecho facilitada pela presença de matas que “escondem” os depósitos. A falta de fiscalização e de conscientização de moradores e empresários resultam nos achados de resíduos residenciais e industriais, como restos de construção, embalagens de produtos tóxicos usados na indústria calçadista, isopor usados como embalagens de eletrodomésticos oriundos do comércio local, material de adorno do cemitério situado à margem do arroio e outros resíduos.

A Figura 35 mostra o mapa com a localização das barragens e dos pontos de coleta de água. Essas pequenas barragens, usadas no passado para o funcionamento das atafonas, atualmente não possuem utilidade, constituindo-se em barreira para a migração de peixes. Os pontos de coleta de água estão representados pelo desenho de uma gota, sendo que o ponto 1 está localizado à norte do município em altitude de 250m. O ponto 2 situa-se em área urbana, a jusante do centro e distante 5 km do ponto 1. A coleta nesse ponto procurou verificar a intervenção da ocupação humana na qualidade das águas. Entre o ponto 1 e o 2, em sua margem esquerda, o arroio Grande recebe as águas de um arroio tributário, o arroio Fuzil. O outro arroio, no mapa aparecendo na margem direita, não foi localizado como tributário do arroio Grande. O ponto 3 está marcado fora do leito do arroio devido à retificação realizada na década de 1970, após a execução das cartas topográficas DSG 1:50.000. Atualmente é nesse ponto que passa o leito do arroio Grande.

A Figura 36 traz o mapa geral dos Indicadores de Degradação Ambiental no trecho estudado do arroio Grande, Nova Hartz.

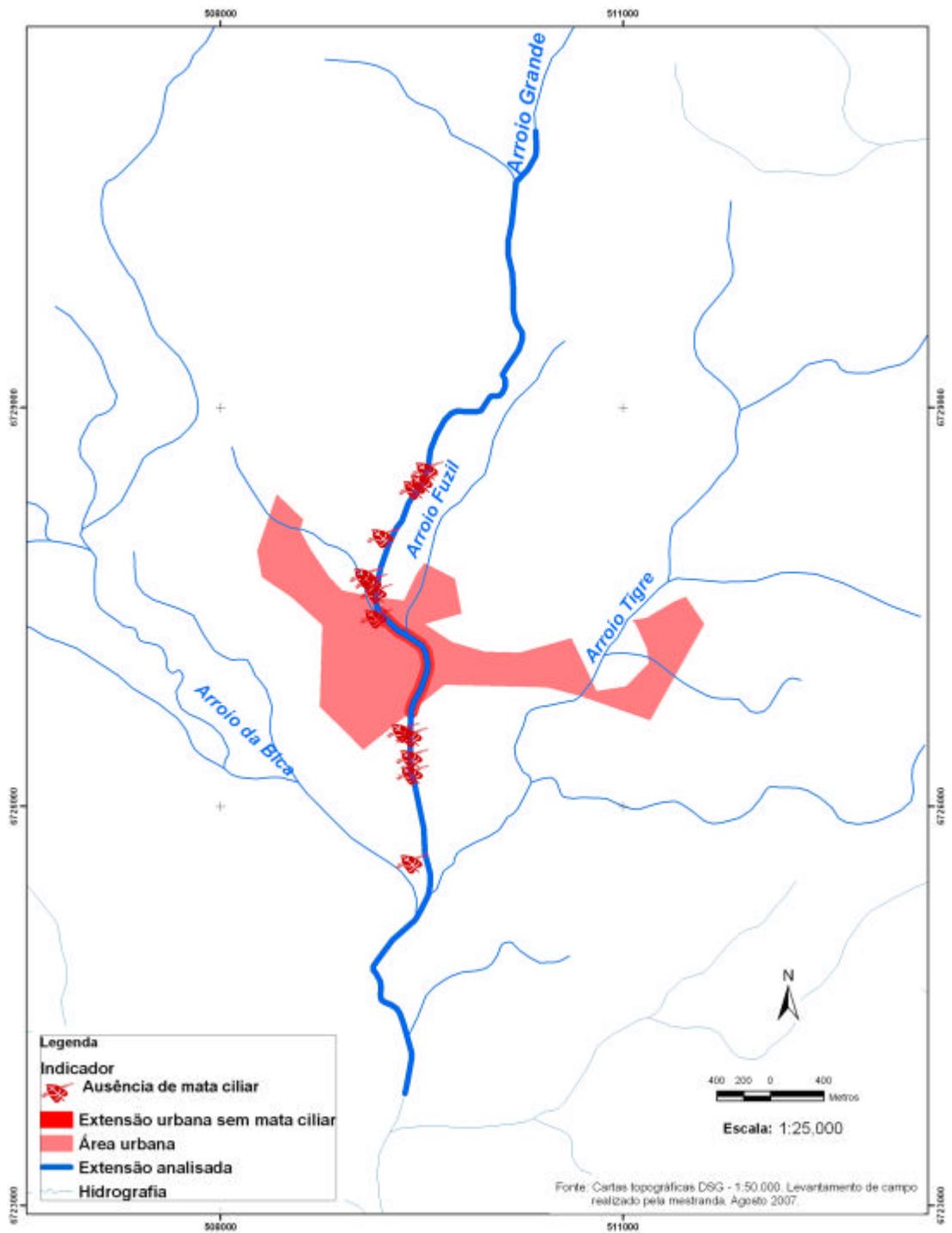


Figura 31 – Mapa da ausência de mata ciliar

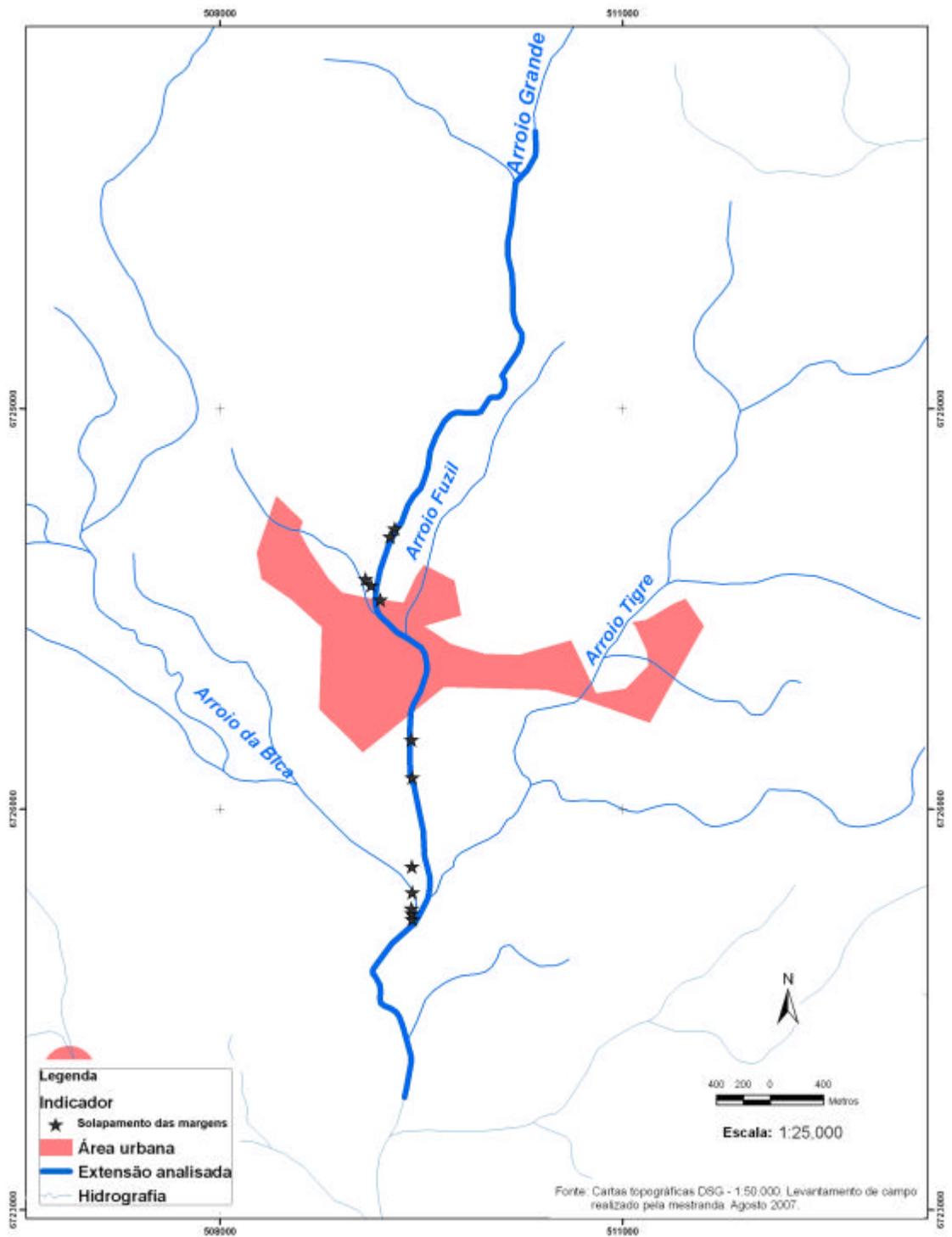


Figura 32 – Mapa do solapamento das margens

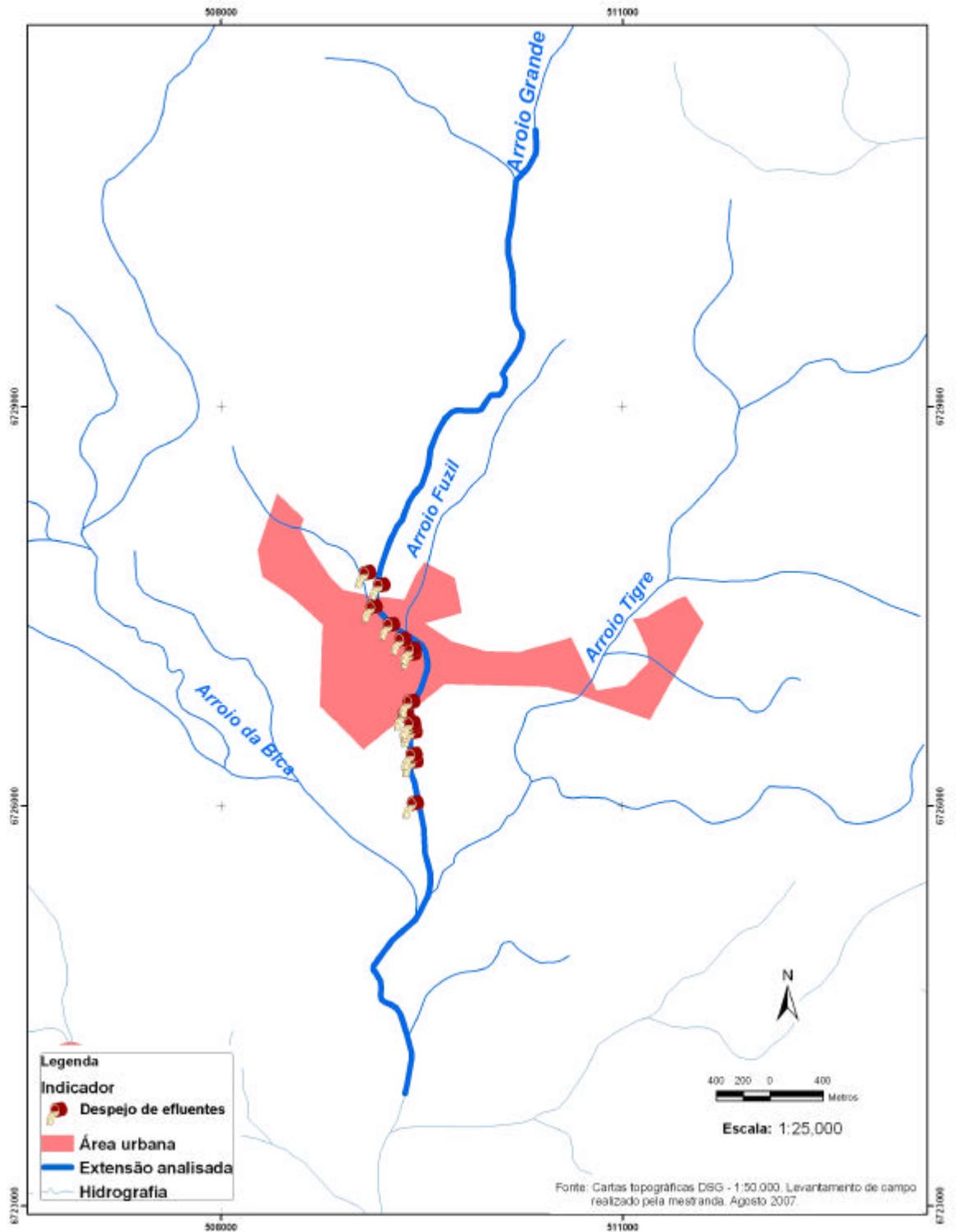


Figura 33 – Mapa do despejo de efluentes

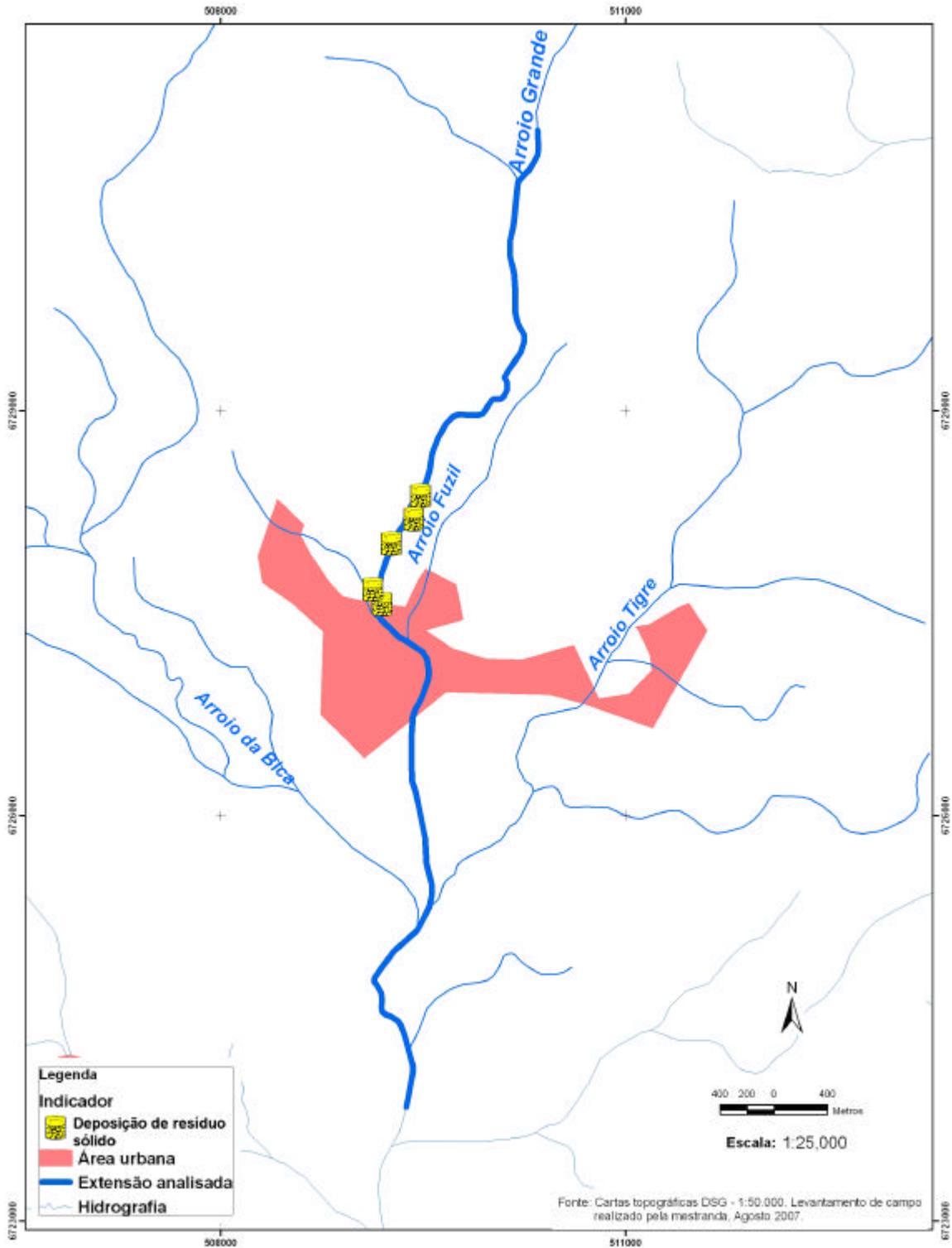


Figura 34 – Mapa da deposição de resíduos sólidos

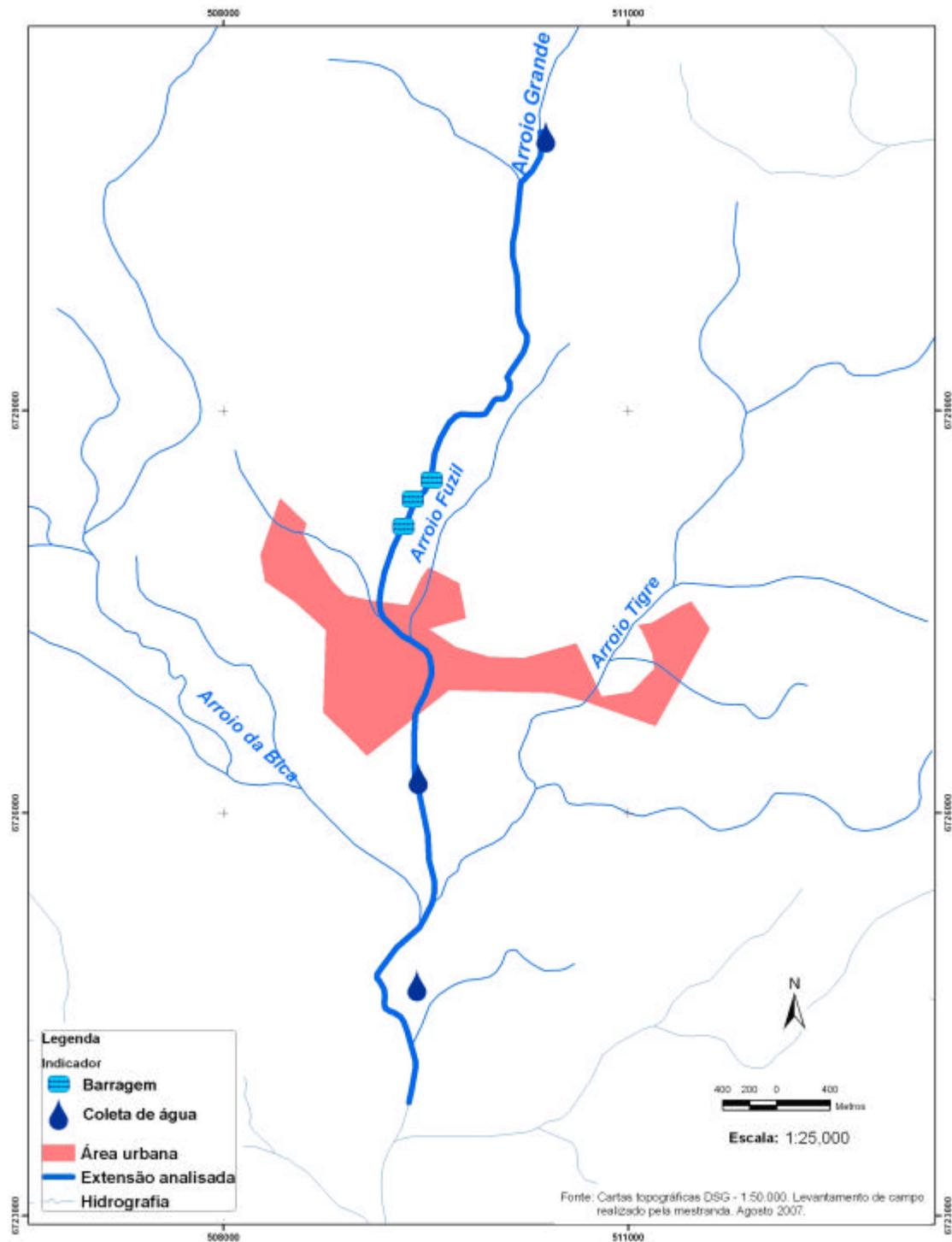


Figura 35 – Mapa da localização das barragens e dos pontos de coleta de água

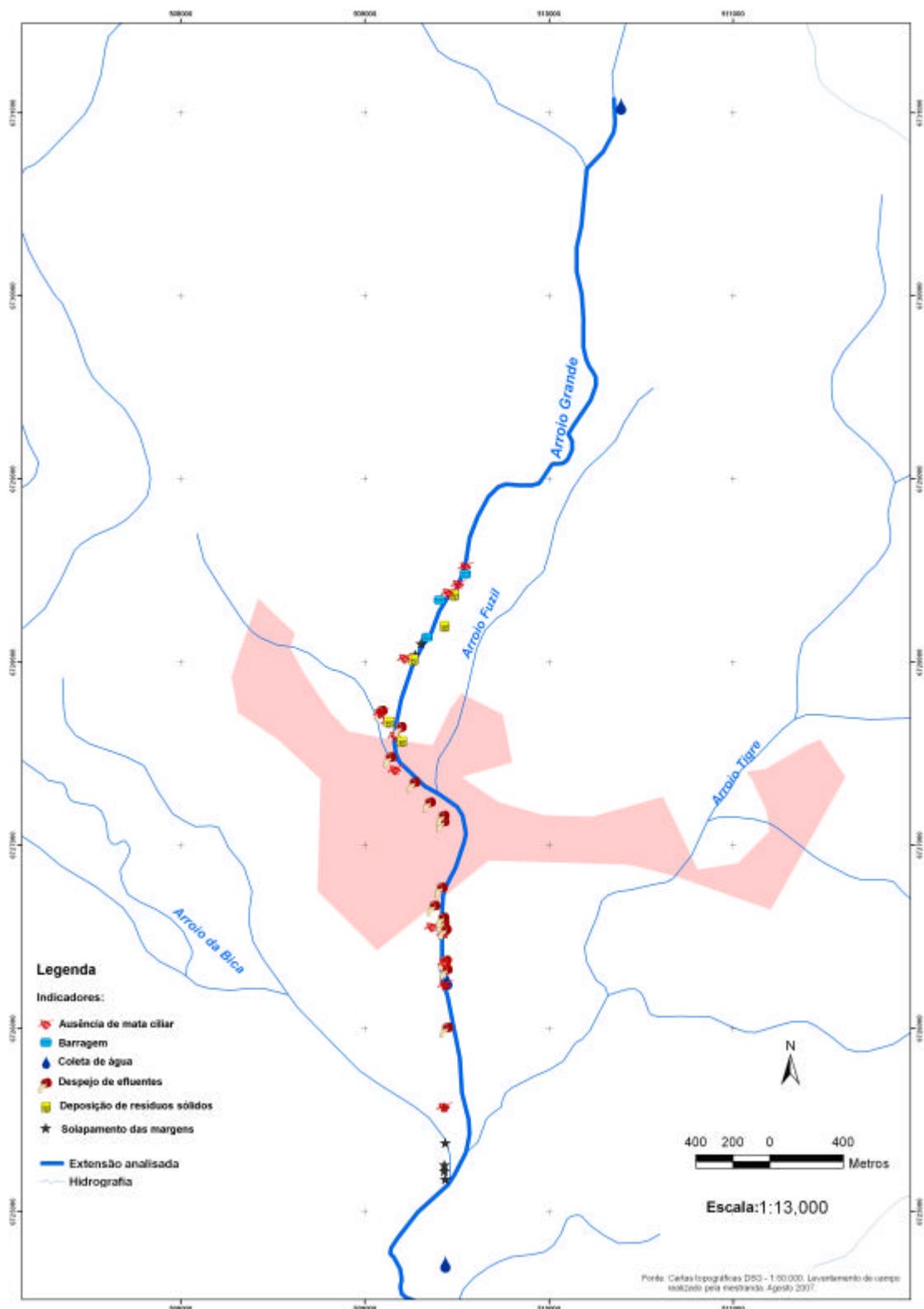


Figura 36 – Mapa Geral dos Indicadores de Degradação Ambiental no trecho estudado do arroio Grande, Nova Hartz, RS

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

6.1 – Considerações Finais

Os dados levantados no presente estudo indicam que a degradação ambiental na área da sub-bacia hidrográfica do arroio Grande recebe forte contribuição dos fatores naturais, como os litológicos, pedológicos e geomorfológicos que, aliados à significativa média pluviométrica local, favorecem os efeitos degradantes da erosão, dos deslizamentos de terra, das enchentes e do assoreamento dos arroios. Contudo, esses fenômenos estão sendo acelerados e incrementados pela ação humana, representada principalmente pelo uso e ocupação inadequada de áreas que apresentam fragilidades ambientais. O desmatamento das encostas, a retirada de matas ciliares, a deposição de resíduos sólidos diretamente no solo e nos arroios e o despejo de esgotos diretamente nos arroios também são fatores antrópicos que favorecem a degradação e a diminuição da qualidade das águas.

A contaminação das águas superficiais, embora não tenha apresentado parâmetros muito abaixo do permitido na legislação, apresentou índices menos satisfatórios nos trechos a jusante da área urbana. O Fosfato, por exemplo, alcançou índices altíssimos, demonstrando a presença de matéria orgânica em excesso, o que indica o lançamento de esgotos cloacais, verificados e georreferenciados ao longo do trecho estudado do arroio Grande. Dessa forma, o tratamento de esgoto é de vital importância para a questão de saúde e qualidade de vida no município de Nova Hartz.

A área urbana de Nova Hartz carece de cobertura vegetal, o que favorece a impermeabilização do solo, a erosão laminar, o assoreamento dos arroios, a alteração da qualidade de suas águas e do microclima do centro urbano.

Embora a recuperação das matas de encostas ficou evidenciada na pesquisa, em comparação com o cenário dos morros na década de

1930, um novo problema surge: espécies exóticas invasoras. As plantas exóticas invasoras são consideradas a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade, perdendo apenas para a destruição dos habitats pela exploração humana direta. Nas encostas de alguns morros da sub-bacia, constatou-se a invasão do gênero *Hovenia*, conhecida vulgarmente como uva-japonesa. A disseminação dessa planta é muito rápida, ocupando o espaço das espécies nativas, não permitindo a recuperação natural do ecossistema. Como consequência, temos a modificação dos ciclos e características naturais dos ecossistemas atingidos, a perda da biodiversidade e a alteração fisionômica da paisagem natural. Uma das dificuldades no combate a este problema ecológico é a escassa informação em relação aos malefícios desta invasão, pois a revegetação rápida proporcionada por esta espécie dá uma falsa idéia de recuperação ambiental.

A concepção da engenharia, por muito tempo, foi a de que a retificação dos leitos dos rios e córregos era necessária para diminuir os efeitos locais das cheias. O objetivo era dirigir as vazões para jusante pelo caminho mais curto e com maior velocidade de escoamento possível, tendo como resultado o ganho de terras cultiváveis e novas áreas para urbanização. No entanto, não foram consideradas outras consequências, como a perda de biodiversidade da biota e o fato da retificação não deter as grandes cheias. As retificações do arroio Grande foram significativas, tanto na área urbana quanto na rural, a jusante daquela. Há décadas, países europeus já executam a renaturalização dos arroios, pois existe um ganho maior na qualidade do ecossistema e do ambiente natural que recupera muitos aspectos de seu estado original. A renaturalização de arroios aumenta a atratividade desse recurso natural para recreação e lazer.

6.2 - Sugestões

De modo geral, observa-se que a população urbana pouco conhece sobre as áreas rurais, mesmo essas estando bem próximas. Quando questionados se conheciam as cascatas e arroios, a maioria dos jovens desconhecia o ambiente além do urbano.

Diante do exposto, conclui-se que um dos motivos do avanço dos problemas sócio-ambientais é a falta de conhecimento sobre as realidades locais, especialmente em relação às fragilidades e potencialidades ambientais, o que resulta no uso inadequado dos recursos naturais. Um projeto de educação ambiental, formal e informal e de forma continuada, que promova mudança de atitudes na população é outra importante e imprescindível ação em busca de uma melhor qualidade de vida em Nova Hartz.

Na busca de solução para os problemas ambientais apontados, medidas de gestão ambiental como um Plano Diretor de Drenagem Urbana, baseado em princípios de sustentabilidade poderia alcançar resultados positivos para melhoria da qualidade das águas. Medidas apenas de cunho estrutural, como canalizações e retificações que empurram o problema para áreas a jusante, devem ser substituídas por ações que levem em consideração os aspectos hidrológicos da sub-bacia hidrográfica.

Um Plano de Arborização Urbana também se faz necessário, pois é notória a falta de arborização nas áreas onde se concentram as atividades industriais, comerciais e residências desse município. Nesse sentido, sugere-se a imediata recuperação das margens dos arroios através do plantio de espécies vegetais frutíferas nativas que atraem a avifauna e a construção de muro-gabião em trechos erodidos das margens do arroio. Nos locais onde existe a possibilidade, incluir as técnicas de contenção de erosão preconizadas pela renaturalização.

Nos demais arroios da sub-bacia caberia estudos de viabilidade de implantação de *Parques Lineares* ao longo de suas margens. Essas áreas, sujeitas a enchentes, funcionam como barreira para impedir a ocupação indevida e diminuem consideravelmente o aporte de efluentes e resíduos sólidos, conservando sua capacidade de reguladores da vazão do arroio. Convém destacar que os Parques Lineares não necessitam ser utilizados para o lazer humano, mas também podem servir de corredores da fauna silvestre e na conservação de áreas úmidas de importância ecológica.

Diante do considerável crescimento demográfico ocorrido no município desde o ano de 2000, sugere-se a criação e execução de um Plano de Ocupação que considere as fragilidades ambientais, como a erodibilidade dos solos, a topografia acidentada, a qualidade dos arroios e da água subterrânea. Esse mesmo plano deve contemplar a conservação de matas nativas remanescentes, o reflorestamento das matas ciliares, a recuperação e manutenção das áreas úmidas e das nascentes. A regularização do uso do solo, através de um *Zoneamento Ambiental*, por exemplo, poderia evitar os danos causados pelas inundações, limitando a ocupação de áreas inundáveis e implantando áreas destinadas a usos específicos, como zonas industriais, residenciais, de florestamento, de preservação, de lavouras, etc.

Além das prioridades acima destacadas, outras medidas podem ser adotadas, como a elaboração, para o município, de Cartas de Capacidade do Uso da Terra e da Carta de Risco Potencial de Erosão, que fornecem subsídios ao Plano Diretor em relação ao uso e parcelamento do solo.

Quanto à impermeabilização do solo na área urbana, sugere-se o uso de revestimento poroso para calçamento das ruas, como bloquetes de cimento, cujas novas tecnologias utilizam material reciclado em sua composição, sendo medida duplamente ecológica e sustentável. Outra medida minimizadora é o plantio de árvores nos espaços públicos e privados. Para tanto, sugere-se, além da implementação da arborização urbana, criar incentivos tributários para que os imóveis urbanos preservem parte de sua área verde nativa.

Para as áreas que apresentam declividades acima de 30°, sugere-se o cultivo em curvas de nível e terraceamento. E a drenagem das águas deve ser feita para áreas menos suscetíveis à erosão. Recomenda-se evitar as queimadas que prejudicam a fertilidade do solo.

Na recuperação das matas nativas em áreas desmatadas nas encostas e topo de morros, o plantio das espécies vegetais deve ser heterogêneo, isto é, uma combinação entre espécies de luz (pioneiras), espécies intermediárias (secundárias precoces e tardias) e as de sombra (clímax). Não é aconselhável plantar

mais de 15% da mesma espécie. Do total de mudas plantadas, 70% devem ser de pioneiras e secundárias precoces e 30% de secundárias tardias e de clímax. O plantio deve ser efetuado em duas etapas: no primeiro ano, as espécies de luz e intermediárias e no segundo ano, as espécies de sombra. As épocas de plantio mais favoráveis são as de chuvas, sendo que em áreas de inundações devem ser quando as chuvas forem menos freqüentes. As espécimes pioneiras sugeridas para a recuperação das matas da sub-bacia do arroio Grande são: Cangerana, Araçá-do-mato, Mamica-de-cadela, Chá-de-Bugre, Aroeira-mansa, Grandiúva, Embaúba, Ingá-feijão e Amora-branca. As espécimes intermediárias sugeridas são: Açõitacavallo, Angico, Araticum, Canafístula, Canela, Figueira, Goiabeira e Ipê-Amarelo. Já as espécimes de sombra (ou de clímax) são: Catiguá, Cedro, Guabiroba, Louro-pardo, Paineira, Pitanga e Tarumã. (fonte: adaptado de www.funverde.wordpress.com).

Para o problema da invasão da espécie exótica *Hovenia* nas encostas dos morros, a forma eficaz de controle é a erradicação direta dos indivíduos, desde seu sistema radicular. Para tanto, sugere-se parceria da prefeitura com a EMATER, para que interfiram junto aos proprietários rurais na erradicação desta espécie exótica altamente invasora.

A recuperação das matas ciliares onde há ausência das mesmas não só é medida preventiva para uma série de problemas que afetam diretamente os habitantes como também é medida legal, pois sua supressão é proibida em lei.

Em relação ao cumprimento da legislação ambiental, cabe uma fiscalização mais eficaz para exigir licenciamento de atividades que atuam irregularmente no município. Atividades como: mineração, empresas do ramo calçadista, loteamentos, abertura de novas estradas, construção de pequenas barragens e açudes, drenagens, retificação de canais fluviais, uso comercial e/ou industrial da água subterrânea sem outorga, funcionam no município sem a licença ambiental exigida.

Merece atenção especial a questão da abertura de açudes, pois é raro encontrar sítio que não tenha seu açude. Muitos deles captam água diretamente dos arroios, através de canais ou de moto-bomba. Esta prática diminui a vazão dos arroios e provoca alterações nos ecossistemas. Além disso, o lançamento de suas águas diretamente aos arroios, levando resíduos orgânicos derivados da criação de peixes, causam modificações físico-químicas na qualidade das águas desses mananciais. Outro problema relativo à aquicultura é a fuga de peixes de espécies exóticas dos açudes que nos arroios irão “competir” e prejudicar as espécies nativas. Para essa atividade é necessário igualmente aplicar a legislação vigente.

A proteção das águas subterrâneas requer um manejo consciente e a cooperação dos usuários e dos órgãos governamentais. Um passo importante para a melhoria da qualidade das águas que abastecem o município é proporcionar à população conhecimento sobre o impacto ambiental que elas mesmas provocam sobre a água que consomem. Tecnicamente, há necessidade de localizar as fontes de contaminação para eliminá-las e mapear as áreas de recarga para protegê-las. Outra importante atitude é uma eficaz regularização (e fiscalização) do uso do solo no município de Nova Hartz.

Em Nova Hartz, já existe o uso popularizado de alguns pontos do arroio Grande para banhos, mas em terras privadas. Sugere-se um estudo sobre a possibilidade de efetuar uma renaturalização desse arroio em pontos estratégicos, lembrando que o sucesso desse tipo de intervenção depende da conscientização e da informação ao alcance da comunidade envolvida e do conhecimento técnico mais aprofundado sobre a dinâmica morfológica e ecológica do ambiente em foco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOL, I. COGO,N.P.; LEVIEN, R. Comprimentos críticos de declive em sistemas de preparo conservacionistas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 21:39-148, 1997.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 335p.

BRITO, C.W. e SATTLER, M.A. (2002). Avaliação de Sustentabilidade Urbana da Cidade de Nova Hartz. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO URBANÍSTICO – AVALIANDO O ESTATUTO DA CIDADE, 2002, Porto Alegre.

CHARBONNEAU, J.P. **Enciclopédia de ecologia**. São Paulo, E.P.U., 1979. 479 p

CONAMA. Resolução nº 357/2005

CONAMA. Resolução 335, de 28/05/2003

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 15/2001

CUNHA, S.B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A.J.T e CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995,472p.

DAJOZ, Roger. **Ecologia Geral**. 2 ed., Petrópolis: Ed. Vozes,1973. 472 p

DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes em matas ciliares. In: DELITTI,W.B.C.(org). **Simpósio Sobre Mata Ciliar**. São Paulo: Fundação Cargill, 1989, v., p.89-99.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO VALE DO RIO DOS SINOS. Elaborado pela Associação dos Municípios do Vale do Rio dos Sinos (AMVRS) e FEEVALE, Novo Hamburgo, 2003

DIAGNÓSTICO DO PLANO DIRETOR DE CONTROLE E ADMINISTRAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO GUAÍBA. RELATÓRIO SÍNTESE.

Disponível em

<http://www.seplag.rs.gov.br/principal.asp?conteudo=indicadores&act=view&cod_menu=386&cod_indicador=71&cod_menu_esq=123>. Acesso em 10 de set. de 2007.

DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA RESTAURAÇÃO DE MATAS CILIARES – Ed. pela SEMA/DEFAP, Porto Alegre, 2007.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Ed. Interciência: FINEP. Rio de Janeiro, 1988, 575p.

FONTANA, D.C.; ALMEIDA, T.S. Climatologia do número de dias com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p. 135-145, 2002.

FORATTINI, Oswaldo Paulo. **Ecologia, epidemiologia e sociedade**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1992. 529 p.

GRIMM, A. M.; SANT'ANNA, C.L.S. **Influência de fases extremas da Oscilação Sul sobre a intensidade e frequência das chuvas no sul do Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Rio de Janeiro,RJ.

GUERRA, A.J.T.; ALBUQUERQUE, A.R. A Contribuição metodológica da Geografia Física nos diagnósticos e planos de gerenciamento de bacias hidrográficas. X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, Rio de Janeiro, 2003.

GUERRA, A.J.T. (1995). Processos Erosivos das encostas. In: GUERRA, A.J.T e CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 472p.

GUERRA, A.J.T.e CUNHA, S.B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1995. 472 p.

HAASE,J.; POSSOLI,S. Estudo da utilização da técnica da análise fatorial na elaboração de um índice de qualidade de água: comparação entre dois regimes hidrológicos diferentes, RS. **Acta Limnologica Brasilensia**, v.6, p.245-255, 1993.

Crescimento populacional e migrações: comparativo entre os municípios com maiores índices na região. **Jornal NH**, Novo Hamburgo, 16 de agosto de 2005.

LEPSCH, Igo F. **Solos – formação e conservação**. Série Prisma-Brasil. São Paulo, Ed. Melhoramentos, 1976.

Levantamento preliminar da flora de Nova Hartz. Fundação Zoobotânica do RS. (documento não publicado), 2000.

LUND, Herbert F. **Industrial pollution control handbook**. New York: McGraw-Hill, 1971.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. **Revista Terra Livre**, São Paulo, n.16, p. 139-158, 2001

MERTEN, G.H. MINELLA, J.P.G. Preservação da qualidade da água: um desafio do presente para a sobrevivência no futuro. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Porto Alegre, 2002.

MOREIRA, I.V.D. **Vocabulário Básico do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, Ed. Serviço de Comunicação Social da Petrobrás, 1990.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul. 1961. 30 p.

NIEWÖHNER, I. **130 anos protestantes em Nova Hartz: 1877-2007**. Ed. Renascença, Porto Alegre, 2007.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 1988.

ORLANDI F°, V. et. al. **Catástrofe de Nova Hartz, RS**. Porto Alegre: CPRM/METROPLAN, 1994.

PACHECO, A. Os cemitérios e o ambiente. **Revista do CREA-RS**, nº 25, ano III, setembro de 2006.

REZENDE, Mauro. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Ed. Neput, Viçosa, 4ªed., 2002. 338 p.

Rios e Córregos – Preservar – Conservar – renaturalizar: A Recuperação de rios, possibilidades e limites da Engenharia Ambiental. Projeto Planáguia/GTZ de cooperação técnica Brasil-Alemanha, 1998.

ROSA, Roberto. **O Uso de Sistemas de Informação Geográfica para Estimativa de Perdas de Solo por Erosão Laminar**. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, 2004.

ROSS, J.L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados, In: **Revista do Departamento de Geografia/USP**, nº 8, EDUSP, São Paulo/SP, 1994.

_____ - Geomorfologia Aplicada aos EIAs RIMAs. In: CUNHA S.B.; GUERRA,A.J.T. (org): **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, 3 ed

_____ - **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1996.

ROSSATO, J. **A Indústria de Calçados e a Formação da Cidade: o caso de Nova Hartz**. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Sociais, UNISINOS, São Leopoldo, 2005.

RUBERT, R.M.O. **Estudo Etnobotânico das plantas medicinais em Arroio da Bica – Nova Hartz/RS**. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Biologia, UNISINOS, São Leopoldo, 2004.

SILVA et. al. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. Ed. Rima, São Carlos, 2004, 138p.

SILVA, L. M. da. **Crítérios para Implantação e Operação de Cemitérios e de Crematórios**. Universidade São Judas Tadeu e Prefeitura da Estância Turística de Itu, São Paulo, 2001. (polígrafo).

STALLINGS, J. H. **Soil Conservation**. Prentice-Hall Inc, N.J. 1957. 575 p.

SZUBERT, E. et. al. **Potencial Hídrico Subterrâneo do Município de Nova Hartz, RS**. Porto Alegre: CPRM/METROPLAN, 1994.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Rio de Janeiro/RJ, 1977

TUCCI, C.M.E; SILVEIRA,A.L.L **Drenagem urbana: gerenciamento, simulação e controle**. Porto Alegre, Ed. da Universidade/UFRGS, ABRH, 1998.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento Territorial do Brasil: do entulho varguista ao zoneamento ecológico-econômico**. São Paulo: USP-Departamento de Economia e Procam, 2001. Disponível em <<http://www.fea.usp.br/professores/zeeli>>. Acesso em 09 abr. 2006