



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

Luiz Fernando Lemos

**ANÁLISE DAS LEIS, NORMAS E TÉCNICAS DE
DISPOSIÇÃO FINAL DOS EFLUENTES TRATADOS NA ILHA
DE SANTA CATARINA: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO
RIO RATONES**

Dissertação de Mestrado

FLORIANÓPOLIS

2005

LUIZ FERNANDO LEMOS

**ANÁLISE DAS LEIS, NORMAS E TÉCNICAS DE
DISPOSIÇÃO FINAL DOS EFLUENTES TRATADOS NA ILHA
DE SANTA CATARINA: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO
RIO RATONES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Ambiental da
Universidade Federal de Santa Catarina, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.

FLORIANÓPOLIS

2005

LUIZ FERNANDO LEMOS

**ANÁLISE DAS LEIS, NORMAS E TÉCNICAS DE
DISPOSIÇÃO FINAL DOS EFLUENTES TRATADOS NA ILHA
DE SANTA CATARINA: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO
RIO RATONES**

Esta Dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Ambiental** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 07 de fevereiro de 2005.

Prof. Henry Xavier Corseuil, Dr.
Coordenador

Banca Examinadora:

Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.
Orientador

Prof. Christoph Platzer, Dr.

Prof^a Maria A. Lobo Recio, Dr^a

Prof. Paulo Belli Filho, Dr.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me auxiliaram na realização deste trabalho, em especial:

Meu orientador, Professor Dr. Flávio Rubens Lapolli, pela sua colaboração.

Ao sr. Hélio S. Chevarria, sra. Maria Thereza Druck e sr. Péricles de Freitas Druck, Diretores e Presidente, respectivamente, do Grupo Habitasul pela, oportunidade de participação no curso.

Aos meus familiares e amigos, pela colaboração, aos meus pais Waldemar Celso Lemos e Zilá Leal Lemos, responsáveis, grandes colaboradores e incentivadores de minha carreira acadêmica e profissional.

À Rúbia, pela paciência, colaboração e compreensão.

RESUMO

LEMOS, Luiz Fernando. **Análise das leis, normas e técnicas de disposição final dos efluentes tratados na Ilha de Santa Catarina**: estudo de caso da Bacia do Rio Ratonos. 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Nas últimas duas décadas o município de Florianópolis apresentou um crescimento demográfico elevado e desordenado; sua população cresceu rapidamente sem que a infraestrutura básica necessária acompanhasse esse crescimento. O município tem uma população de 342.315 habitantes (CENSO, 2000), sendo que deste total, 250.993 habitantes (CENSO, 2000) residem na porção insular do município, a Ilha de Santa Catarina. Segundo a Companhia Estadual de Águas e Saneamento - CASAN, apenas trinta por cento da parcela da população residente na Ilha é atendida por rede de coleta e tratamento de esgotos. A proposta deste trabalho de pesquisa é analisar a aplicabilidade dessas leis e normas, atualmente utilizadas pela Vigilância Sanitária Municipal de Florianópolis, e pela Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina - FATMA, quanto à disposição final dos efluentes tratados na Ilha de Santa Catarina. Para realizar esta análise, foram confrontadas as exigências e recomendações dos textos das leis e normas vigentes com as características naturais da Ilha, principalmente a geologia, pluviometria local e a dinâmica dos níveis freáticos característicos das suas regiões sedimentares. Objetivando delimitar uma área menor para fins de análise, e posterior projeção dos resultados do trabalho para toda a Ilha foi então escolhida como área de estudo a bacia do rio Ratonos localizada ao norte da Ilha de Santa Catarina. Os resultados e conclusões do trabalho de pesquisa revelaram que as leis e normas municipais e estaduais de disposição dos esgotos tratados, quando aplicadas na Ilha de Santa Catarina, apresentam, por vezes, textos divergentes e até conflitantes. Os resultados revelaram também que as alternativas de disposição dos efluentes tratados, usualmente recomendados pelos órgãos ambientais são, inadequadas tecnicamente diante das características naturais geológicas, pluviométricas e de nível dinâmico do lençol freático, da Ilha de Santa Catarina. Por fim, o trabalho recomenda que sejam realizadas revisões dessas leis e normas, a fim de harmonizar seus textos contraditórios, bem como considerar as características naturais citadas, quando da recomendação e/ou escolha de sistemas de tratamento e disposição

final, visando a estabelecer condições juridicamente legais e técnicas adequadas de destino dos efluentes tratados na Ilha de Santa Catarina.

Palavras chave: Leis. Normas. Disposição de efluentes. Ilha de Santa Catarina.

ABSTRACT

LEMOS, Luiz Fernando. **Analysis of the laws, norms and techniques of final disposal of the treated effluent in the Island to Santa Catarina**: study of case of the Basin of the River Ratonés. 2005. 135 f. Dissertation (Master Degree in Ambient Engineering) - Technology Center, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis.

There has been rapid and unplanned demographic growth in the Municipality of Florianópolis over the last two decades. This population growth has not been accompanied by commensurate improvements in basic infrastructure. The population of the municipality is 342,315 (2000 census). Of this number, 250,993 inhabitants live *off* the mainland, on the Santa Catarina Island part of the municipality (2000 census). According to the state water and sewerage company CASAN, only thirty per cent of the population living on the Island is catered to by a sewage collection and treatment system. The purpose of this research project is to analyze the applicability of the environmental norms and legislation currently used by Florianópolis's Municipal Health Inspectorate and by the Santa Catarina State Environmental Foundation (FATMA), with regard to the final destination of the sewage treated on Santa Catarina Island. Carrying out this research project entailed examining the demands and recommendations contained in the texts of the governing norms and laws, in relation to the island's natural characteristics – in particular geology, local pluviometry and the dynamics of the phreatic levels characterizing its sedimentary regions. In order to select a smaller area for the purposes of analysis and posterior extrapolation of the project's results to the whole island, the Ratonés River basin, in the north of Santa Catarina Island, was selected as the study area. The results and conclusions of the research project revealed that the laws and norms - both municipal and state - applying to the disposal of treated sewage, when applied to Santa Catarina Island, are at times divergent and even conflicting. The results also revealed that the treated sewage disposal alternatives usually recommended by environmental bodies are technically inadequate, due to the natural characteristics of Santa Catarina Island - geologically, pluviometrically, and in terms of the dynamic water table level. Finally, the project recommends revising these norms and laws in order to harmonize their contradictory texts, bearing in mind the aforementioned natural characteristics,

in order to establish technical prerequisites capable of adequately dealing with the problem of treated sewage on Santa Catarina Island.

Key words: Laws. Norms. Sewage Disposal. Santa Catarina Island.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Precipitação média mensal e número de dias de chuva de Florianópolis, com série histórica de 85 anos.	52
Gráfico 2: Temperaturas médias e absolutas mensais.....	53
Gráfico 3: Umidade Relativa, valores correspondentes a uma média de 81 anos com maior valor em outubro e os menores em novembro e dezembro.....	54
Gráfico 4: Precipitação média mensal local, média mensal de 13 anos.....	66
Gráfico 5: Curvas dos níveis do lençol freático por dia nos nove piezômetros de Monitoramento, no período de 04/04/2004 a 02/02/2005.	72
Gráfico 6: Curva resultante da média dos níveis diários do lençol freático nos nove piezômetros de monitoramento e curva do nível médio no período de 04/04/2004 a 02/02/2005.....	73

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Estado de Santa Catarina.....	57
Mapa 2: Ilha de Santa Catarina	57
Mapa 3: Bacia do Rio Ratonos.	58
Mapa 4: Imagem de delimitação dos níveis do lençol freático e das entradas de marés sobre a planície costeira da bacia do rio Ratonos	67
Mapa 5: Distribuição dos pontos de monitoramento do lençol freático.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de habitantes na Ilha, por bairro.....	48
Tabela 2: Número de habitantes na Ilha, por Distrito.....	49
Tabela 3: Crescimento da População de Florianópolis, de 1970 a 2000	50
Tabela 4: Níveis diários do lençol freático, do período de 04/04/2004 a 02/02/2005, em metros nos pontos de monitoramento P 01 a P 09 e a média das leituras por data.....	70

LISTA DE SIGLAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACESA	Associação Catarinense de Engenharia Sanitária
CASAN	Companhia Estadual de Águas e Saneamento
CIRAM	Centro de Informações e Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CLIMERH	Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de SC
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
DASP	Departamento Autônomo de Saúde Pública
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
FATMA	Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
IPUF	Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
LAB	Lodo Ativado por Batelada
NBR	Norma Brasileira

OD	oxigênio dissolvido
OMS	Organização Mundial da Saúde
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PORTARIA GM	Portaria do Gabinete do Ministro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Contextualização	16
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo geral.....	17
1.2.2 Objetivos específicos	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Saneamento e Legislação	19
2.2 Disposição de esgotos no solo	21
2.3 Aquíferos subterrâneos	29
2.3.1 Aquíferos da Ilha de Santa Catarina	32
2.4 Norma Brasileira NBR 13.969/1997 - tratamento complementar dos efluentes do tanque séptico	33
2.4.1 Alternativas apresentadas pela NBR 13.969/1997, para o tratamento complementar dos efluentes do tanque séptico	34
2.4.2 Alternativas de disposição final dos efluentes do tanque séptico da Norma NBR 13.969/97	36
2.5 Legislação ambiental e normas aplicadas na Ilha de Santa Catarina quanto à destinação de efluentes tratados	42
2.5.1 Decreto Lei Estadual nº 14.250, de 5 de junho de 1981.....	42
2.5.2 Portaria Estadual Intersetorial nº 01/92 - atualizada pela Portaria nº 01/2000	43
2.5.3 Lei Municipal nº 077/96	43

2.5.4 Normativa Interna nº 001/2003 - análise de projetos de construção Unifamiliar e Multifamiliar - Vigilância Sanitária Municipal de Florianópolis	44
2.5.5 Lei nº 9.433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos	44
3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	47
3.1 Aspectos gerais da Ilha de Santa Catarina	47
3.1.1 História	47
3.1.2 População.....	48
3.1.3 Esgotamento Sanitário	50
3.1.4 Clima	51
3.1.5 Precipitação.....	51
3.1.6 Temperatura	53
3.1.7 Umidade Relativa	54
3.1.8 Geologia	55
3.1.9 Geomorfologia	55
3.2 Aspectos gerais da área de estudo - Bacia Hidrográfica do Rio Ratones.	56
3.2.1 Hidrologia e Hidrografia	58
3.2.2 Planícies Sedimentares da Bacia do Rio Ratones.....	59
4 METODOLOGIA.....	61
4.1 Considerações iniciais.....	61
4.2 Seleção da área de estudo.....	61
4.3 Desenvolvimentos do trabalho	62

4.3.1 Primeira Fase: levantamento e análise das leis e normas de disposição de efluentes tratados aplicadas na Ilha de Santa Catarina.....	62
4.3.2 Segunda Fase: levantamento da geologia, dados de monitoramento de campo da pluviometria e níveis freáticos da área de estudo	63
4.3.2.1 Fontes utilizadas	64
4.3.3 Terceira Fase: resultados e conclusões	65
5 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES	66
5.1 Análise da Pluviometria e do Nível Freático Médio da Área de Estudo.....	66
5.1.1 Pluviometria local.....	66
5.1.2 Nível médio do lençol freático.....	67
5.2 Resultados da análise das leis e normas de disposição de efluentes tratados aplicadas na Ilha de Santa Catarina	73
5.2.1 Lei Federal nº 9.433/97	75
5.2.2 Leis e Normas do Estado de Santa Catarina quanto à disposição dos efluentes líquidos na Ilha de Santa Catarina	75
5.2.3 Leis e Normas do Município quanto à disposição dos efluentes líquidos na Ilha de Santa Catarina	78
5.3 Considerações	79
6 CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS.....	85
ANEXOS.....	89

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O município de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, é formado em grande parte de seu território pela Ilha de Santa Catarina, que possui 410 km² de área. Apesar de Florianópolis nos últimos anos ter se destacado no cenário nacional como capital com elevados indicadores de qualidade de vida, paradoxalmente, apresenta uma baixa cobertura de rede de coleta e tratamento de esgotos.

A Capital tem uma população total de 342.315 habitantes (IBGE, 2004); deste total, 250.993 habitantes (IBGE, 2004) residem na porção insular do município. Segundo a Companhia Estadual de Águas e Saneamento (CASAN), apenas trinta por cento da parcela da população residente na Ilha (250.993 habitantes) é atendida por rede de coleta e tratamento de esgotos.

Segundo Garcia Netto (1996), a Ilha de Santa Catarina tem no turismo crescente um fator suplementar de aceleração da urbanização que, assim como em grande parte do litoral do Estado, tem provocado um processo desordenado de ocupação.

Geologicamente a Ilha é constituída pelos terrenos cristalinos que formam as partes mais elevadas e os terrenos sedimentares que constituem as partes baixas, onde há formação de vários ecossistemas sensíveis, como dunas, mangues, restingas, planícies marinhas, estuários, lagoas, etc.

Nos terrenos sedimentares, que possuem como características naturais o elevado nível do lençol freático influenciado pela ação das marés, é onde está fixada

a maioria da população da Ilha, não atendida por rede de coleta de esgotos. Nestes terrenos, os esgotos são dispostos no solo através de sumidouros ou valas de infiltração.

A proposta deste trabalho é analisar a aplicabilidade das leis e normas municipais e estaduais, quanto à disposição final dos efluentes tratados nas áreas não atendidas por rede de coleta e tratamento de esgotos da Ilha de Santa Catarina, considerando suas características naturais de geologia, pluviometria e os altos níveis freáticos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar as leis e normas municipais e estaduais, quanto à disposição final dos efluentes tratados na Ilha de Santa Catarina e suas aplicabilidades, considerando as características naturais de geologia, pluviometria e altos níveis piezométricos do lençol freático.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar as leis e normas de destino final de efluentes tratados aplicadas na Ilha de Santa Catarina pelos órgãos ambientais nas regiões com solos de formação sedimentar, sob influência das marés, não atendidas por sistema de coleta e tratamento de esgotos.

- Analisar os sistemas de tratamentos complementares de efluentes de tanques sépticos da norma NBR nº 13.969/97, quanto às suas aplicabilidades, nas regiões com solos de formação sedimentar não atendidas por sistema de coleta e tratamento de esgotos da Ilha de Santa Catarina, considerando-se suas características naturais de pluviometria e os altos níveis piezométricos do lençol freático.
- Através dos resultados obtidos na área de estudo, realizar uma projeção da aplicabilidade das leis e normas de disposição final dos efluentes tratados, para as demais regiões com solos de formação sedimentar e características naturais similares, não atendidas por sistema de coleta e tratamento de esgotos na Ilha de Santa Catarina.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Saneamento e Legislação

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define que saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre seu bem estar físico, mental e social. A própria OMS define saúde como o estado de completo bem estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença. Essa definição e outras formuladas, visando a conceituar o saneamento, deixam claro que saneamento constitui um conjunto de ações sobre o meio ambiente físico, portanto, de controle ambiental, cujo objetivo é proteger a saúde do homem.

Modernamente, a oferta de saneamento associa sistemas constituídos por uma infra-estrutura física (obras e equipamentos) e uma estrutura educacional, legal e institucional que abrange os seguintes serviços: abastecimento de água às populações, com qualidade compatível com a proteção de sua saúde e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de saúde; coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura dos esgotos sanitários, nestes incluídos os rejeitos provenientes das atividades doméstica, comercial e de serviços, industrial e pública; coleta, tratamento e disposição ambientalmente adequada e sanitariamente segura dos resíduos sólidos rejeitados pelas mesmas atividades; coleta de águas pluviais e controle de empoçamentos e inundações; controle de vetores de doenças transmissíveis (insetos, roedores, moluscos, etc.) (JORDÃO, 1995).

Segundo Rovere (2002), a sociedade humana tem convivido com os problemas gerados pela falta de cuidados, por exemplo, com seus esgotos, de maneira muito mais freqüente do que solucionado de forma racional a destinação de seus dejetos. Até pouco tempo atrás evitava-se investir em obras de saneamento, pois eram obras “invisíveis” e os investimentos no setor geralmente são realizados de forma pouco planejada. Especificamente quanto à coleta e o tratamento de esgotos, o modelo do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), implantado há algumas décadas, não conseguiu resolver de forma efetiva os problemas de saneamento básico do país. De um lado, há o envelhecimento natural das propostas, não mais adequadas à realidade atual, bem como a falta de recursos alocados nos programas de longo prazo; de outro lado existe a falta de manutenção e operação adequada dos sistemas instalados.

Machado (2004), comentando sobre a poluição e a existência de leis, assegura que a ação do homem pode ou não comprometer o equilíbrio e elevar ou degradar a qualidade de vida. A poluição no Brasil não é recente, mas se agravou nas últimas décadas. Inicialmente uma questão precisa ser levantada: a solução dos problemas ambientais é matéria concernente somente à tecnologia, ou a ciência jurídica tem um papel a desempenhar?

Disposições isoladas e esparsas nos Códigos Brasileiros (art. 554 e 584 do Código Civil, 271 do Código Penal e 38 da Lei das Contravenções Penais) não conseguiram impedir a poluição da atmosfera nos grandes centros urbanos, a degradação de nossas bacias hidrográficas e a contaminação do solo. Com a adoção de implementos técnicos necessários, aplicação de regras econômicas realmente humanas e o surgimento de uma legislação integrada (com novos e

adequados instrumentos jurídicos), certamente será agilizada a preservação ambiental.

2.2 Disposição de esgotos no solo

Segundo Paganini (1997), a disposição de esgotos no solo foi a forma mais praticada e bem sucedida de tratamento e disposição de esgotos resultantes da atividade urbana. O crescimento dos volumes de esgotos a serem tratados, e a valorização das terras próximas aos centros urbanos em processo de rápida expansão, juntamente com alguns insucessos provocados pelo descaso com a operação e manutenção de sistemas de tratamento por disposição no solo justificaram a procura de outros processos de tratamento mais compactos, passíveis de implantação em áreas menores. Esses sistemas, embora rudimentares e pouco eficientes para os padrões atuais, apresentavam-se então como capazes de depurar suficientemente os esgotos. Os esgotos podem ser aplicados ao solo de modo a depurá-los, via sistemas de irrigação, infiltração/percolação e escoamento à superfície. Dependendo fundamentalmente da capacidade de infiltração do solo, os métodos de irrigação são recomendados de maneira preferencial aos solos que apresentam uma camada superficial suficientemente permeável e espessa acima do lençol subterrâneo. As taxas de aplicação de esgotos e a frequência das regas devem ser tais que possibilitem ciclicamente as condições de umidade e secagem necessárias e adequadas à aeração do solo. A área total para aplicação deve ser modulada, e sua aplicação deve ser feita sucessivamente em cada um dos módulos, em constante rodízio, para que sejam asseguradas as condições de umidade e

secagem citadas. A irrigação pode ser executada fundamentalmente por meio de três sistemas distintos de aplicação: por aspersão, sulcos, ou inundação.

Para Paganini (1997), pelo menos quatro propriedades do solo são extremamente importantes para sua utilização como local de disposição de esgotos:

- a) **Capacidade de troca iônica:** representa a quantidade total de cátions e ânions que são absorvidos por unidade de peso do solo. Solos úmidos possuem capacidade de troca de cátions entre moderada e grande, mas capacidade limitada para troca de ânions. É importante salientar que a capacidade que um solo possui de reter os íons metálicos trazidos pelos esgotos, e impedi-los de atingir as águas subterrâneas, bem como os tecidos vegetais, depende em grande parte de sua capacidade de troca iônica;
- b) **Capacidade tampão:** provém de diversos fatores, solos carbonatados tamponados para um pH igual, ou maior que 7, inibem a solubilidade dos metais pesados;
- c) **Filtrabilidade do solo:** refere-se a sua eficiência como um filtro (físico) de partículas em suspensão. A filtração de organismos patogênicos provenientes dos esgotos é um elemento importante para o sucesso da sua utilização para disposição em áreas agrícolas. Solos permeáveis de textura intermediária possuirão um conteúdo coloidal suficiente para aprisionar ou reter partículas, e constituem-se nos melhores filtros;
- d) **Microbiologia do solo:** ocorrem transformações microbiológicas com os esgotos dispostos sobre o solo. Tais transformações envolvem a utilização de microrganismos, a fim de transformar alguns compostos

que contêm os elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas como, por exemplo: o nitrogênio, fósforo, o enxofre e o carbono.

Essas quatro propriedades são o resultado de vários fatores, cuja interação, com reflexos sinérgicos ou inibitórios, fixará as propriedades do solo como um todo.

Segundo Campos (1999), a aplicação das águas residuárias no solo pode se caracterizar como um possível sistema de tratamento ou como método apropriado de disposição final. O objetivo, no primeiro caso, seria o de tratar as águas residuárias domésticas e industriais por vários métodos e, ao mesmo tempo, recuperar a água para reutilização. No segundo caso, o objetivo seria desfazer-se da água, recarregando aquíferos. Ambos os casos conferem os padrões de qualidade desejáveis quando aplicados convenientemente e de acordo com os critérios e propósitos do projeto. A parte do despejo que se infiltra no terreno sofre o tratamento no interior do solo, este último se comportando como camada “filtrante”. Isso possibilita as ações de adsorção e as atividades dos microrganismos, os quais usam a matéria orgânica contida nos despejos como alimento, convertendo-a em matéria mineralizada (nutrientes) que fica a disposição da vegetação. Essas matérias mineralizadas são muito convenientes na recuperação dos solos agrícolas e a água que percola no interior dos solos pode, em muitas ocasiões, recarregar os lençóis subterrâneos.

Para Lewis (1996), há muito se reconheceu o fato de que o perfil natural do solo pode servir como sistema eficaz para a disposição e purificação de dejetos humanos. O processo de purificação normalmente inclui a remoção de microrganismos fecais e a redução de vários compostos químicos. Todavia, nem

todos os perfis do solo são igualmente eficazes para tal processo. O projeto, construção, operação e manutenção impróprias de sistemas de disposição local de esgotos podem provocar, em decorrência da perda da capacidade de infiltração do solo, o conseqüente extravasamento dos efluentes. Tais problemas são óbvios e com freqüência relatados; todavia, um problema igualmente sério, e muito mais insidioso, consiste no tratamento inadequado dos efluentes. Isto pode ocorrer em certos meios hidrológicos e resultar em grave poluição do lençol freático, afetando negativamente o fornecimento local de água e, sob certas condições, as redes de distribuição de água potável sujeitas às sub-pressões ocasionais.

É extremamente importante proceder-se à identificação dos principais fatores hidrogeológicos envolvidos na poluição do lençol freático e, desta forma, estabelecer uma classificação de meios hidrogeológicos, que possa ser utilizada na avaliação de sistemas de saneamento de disposição local. A determinação de riscos de poluição poderá ser dificultada pelo ingresso intermitente de poluentes, a partir do meio externo, na medida em que a proteção das instalações de fornecimento de água subterrânea, nem sempre é eficaz. A preocupação com a poluição do lençol freático subterrâneo se refere, fundamentalmente, aos lençóis aquíferos não confinados e, em menor grau, aos lençóis aquíferos semi-confinados. O principal motivo de preocupação consiste nos elementos patogênicos excretados e em certos compostos químicos, principalmente nitratos. As principais fontes de contaminação por nitratos são em geral lixívias dos adubos de solos de uso agrícola e os efluentes das estações de tratamento de esgotos. O nitrato também pode chegar ao lençol freático através da infiltração de água da chuva. No caso de contaminação das águas subterrâneas, deve-se atentar para sua presença nas águas superficiais.

As doenças relacionadas ao uso da água de poços contaminados podem ser divididas entre as causadas por agentes biológicos (organismos patogênicos) e as causadas por substâncias químicas. Todavia, nos países em desenvolvimento, as doenças oriundas de contaminação química são menos freqüentes do que as primeiras, que na verdade constituem a maior causa de doenças e mortes.

As excretas humanas podem conter quatro tipos de organismos patogênicos: ovos de helmintos (vermes), protozoários, bactérias e vírus. Esses organismos geralmente são excretados em grande número, dependendo da idade e estado de saúde do indivíduo. Os vírus diferem fundamentalmente de outros microorganismos que ocorrem na água. Eles se constituem de ácido nucléico, contido num invólucro protetor de proteínas, e são transmitidos como partículas inertes, incapazes de se reproduzirem fora do hospedeiro vivo. Assim sendo, no meio ambiente seu número se reduz rapidamente. Essas partículas ou vírus, têm o potencial de causar doenças nas pessoas que os ingerem com a água. Uma partícula virótica eventualmente perde a infecciosidade com o tempo e em função da exposição a fatores adversos.

Campos (1999), afirma que o tempo de sobrevivência dos organismos no solo pode variar de dias a meses. As doenças mais comuns transmitidas por esses microorganismos são: tifo, disenteria bacilar, disenteria, amebíase, cólera, viroses, leptospirose, hepatite infecciosa, tuberculose, brucelose, esquistossomose, entre outras. A circulação dos microorganismos (bactérias e vírus), principalmente dos patogênicos, no interior dos solos granulares, chega, segundo pesquisas, a cerca de 30,5 metros (distância lateral). No entanto, estudos mais recentes têm demonstrado que esses valores têm sido ultrapassados, chegando a distâncias próximas a 100

metros, podendo essa distância ser ultrapassada dependendo das condições de solo apresentadas.

Campos (1999), afirma ainda que a disposição de esgotos no solo é uma atividade essencialmente de reciclagem, inclusive para a água, e viabiliza a utilização do potencial hídrico e dos nutrientes presentes nos efluentes líquidos, empregando a natureza como receptora de resíduos e geradora de riquezas. É um processo que pode ser considerado como de tratamento e reuso, ao mesmo tempo. No entanto, assim como os demais pesquisadores, ele alerta que a disposição de esgotos no solo, mesmo sendo incontestável a viabilidade do processo como alternativa, não se trata de panacéia para o problema do tratamento de esgotos havendo, inclusive, restrições ao seu uso. Porém, jamais deveria ser desconsiderado na seleção de alternativas, mesmo quando necessária alguma estrutura de transporte até a área adequada. A pequena experiência brasileira com essas técnicas recomenda atitudes prudentes na sua aplicação, e cada caso deve ser estudado detalhadamente. A retomada dos métodos de disposição dos esgotos no solo se faz atualmente em larga escala e com grande sucesso em todo o mundo. Muitos são os exemplos de velhos casos, ainda em pleno uso, e de novos sistemas que são implantados com grande intensidade. Destaca-se o caso de Israel, onde cerca de 70% do volume de águas residuárias é utilizado para irrigação após tratamento, principalmente no cultivo de algodão. Na Austrália, em funcionamento desde 1897, opera um sistema de tratamento por escoamento superficial no solo, recebendo cerca de 250.000 m³/dia de efluentes em 5.000 ha e permitindo a posterior pastagem de um rebanho de 13.000 bovinos e cerca de 3.000 ovinos. Já na Cidade do México, cerca de 45 m³/seg de águas residuárias, combinadas com outros 10 m³/seg de águas pluviais, são utilizados para irrigar 80.000 há, a 60 km da

região metropolitana, por meio de um complexo sistema de canais e reservatórios. A Arábia Saudita e Tunísia apresentam como metas a reutilização da totalidade dos efluentes domésticos produzidos. No Peru, o Programa Nacional de Reuso de Águas Residuárias para Irrigação prevê a implantação por etapas de 18.000 ha de área irrigada, entre outros exemplos. O Brasil oferece condições excepcionalmente favoráveis para a disposição de esgotos no solo, tanto pela disponibilidade de áreas em sua extensão territorial como pelas condições climáticas adequadas, entre outros fatores convenientes.

Campos (1999) salienta que, na aplicação de despejos domésticos e industriais no solo, a principal preocupação reside na má qualidade da água drenada para o lençol freático. Compostos amoniacais são oxidados a nitratos em solos de características arenosas. A percolação é rápida e pode atingir os lençóis freáticos em quantidades maiores que em solos argilosos. Devido a sua alta solubilidade em água concentrações de nitrato podem ser minimizadas, mas não completamente controladas. O nitrato tem sido o composto mais estudado (principalmente em solo arenoso) por estar relacionado com o grau e a prevenção da poluição do solo da água subterrânea.

Amiri (2001) realizou entre 1999 e 2000 um estudo da contaminação das águas subterrâneas da capital do Irã, Teerã, decorrente da disposição de esgotos domésticos no solo. Segundo ele, a cidade de Teerã possuía, à época do estudo sete milhões de habitantes, sendo que quarenta por cento da água consumida pela população da cidade era proveniente de 260 poços de captação de águas subterrâneas, localizados junto à cidade, e os outros sessenta por cento provinham da captação de águas de superfície. Somente dez por cento da população de Teerã tem acesso aos serviços de tratamento de esgotos. Tradicionalmente os esgotos

são dispostos em poços particulares visando à recarga das águas subterrâneas (mananciais). No entanto, ao mesmo tempo essa prática é uma fonte de contaminação dessas águas. A proposta do estudo era buscar indicações de possíveis efeitos na química das águas subterrâneas gerados pela disposição dos esgotos urbanos no solo.

Amiri (2001) cita também estudo realizado por Shariatpanahi e Anderson (1987), que afirma ser o solo de norte a sul da cidade formado por areia de origem aluvial e em camadas com espessuras entre 5 a 90 metros. Através de monitoramento realizado nesse estudo de 1987, foi constatada a contaminação por coliformes fecais em 100 dos 260 poços existentes de captação de água para beber.

Através dos resultados da pesquisa, Amiri (2001), entre outras conclusões, afirma que a concentração de nitratos nas águas subterrâneas de Teerã excede os valores indicados para o consumo humano (50 mg/L). O estudo aponta, através da análise de alguns parâmetros, a contaminação das águas subterrâneas pela disposição dos esgotos no solo arenoso da cidade. Por fim, o estudo recomenda que as próximas pesquisas no local incluam um maior número de poços a serem monitorados e que sejam consideradas as direções dos fluxos das águas subterrâneas bem como as diferentes profundidades dos poços.

Na mesma linha de pesquisa Paul (1995), realizou estudo com o objetivo de verificar a ocorrência de bactérias fecais nas águas superficiais e subterrâneas, na região litorânea conhecida como Largo Key na Florida, EUA. O sistema de disposição de esgotos no Largo Key inclui tanques sépticos e uma variedade de sistemas individuais no lugar de sistemas municipais em diferentes localizações. A disposição dos esgotos desses sistemas é realizada através da injeção dos mesmos em poços cravados no solo, que é formado por rocha porosa calcárea. Esses poços

estão localizados entre a costa e a distância de até 9,2 km mar adentro. Para determinar se havia uma contaminação potencial das águas subterrâneas e das águas de superfície próximas ao litoral, por tais práticas de disposição dos esgotos, foi examinada a presença de microrganismos indicadores fecais geralmente encontrados em esgotos e de parâmetros microbiais aquáticos nos poços de injeção de efluentes, monitorando as águas dos poços que seguem um trajeto da costa até mar adentro e as águas de superfície acima desses poços, em duas localizações separadas do Largo Key, entre agosto de 1993 e março de 1994. O monitoramento dos efluentes e das águas sub-superficiais, através de poços de monitoramento rasos (entre 1,8 a 3,7 m) localizados na costa, resultou na detecção da presença de indicadores fecais em todas as amostras analisadas. Em poços mais profundos (entre 10,7 e 12,2 m) ocorreu uma pequena ou nenhuma detecção da presença de bactérias fecais. Em dois dos cinco poços localizados a 2,9 km da costa, foram encontradas bactérias fecais; já nos poços localizados entre 3,4 e 9,2 km da costa, elas não foram detectadas. Ao final, os resultados do trabalho sugeriram que a disposição dos esgotos no solo praticada no Largo Key, está provocando a contaminação fecal dos aquíferos rasos na costa, de partes dos aquíferos próximo à costa (localizados a 2,9 km) e de determinadas águas de superfície.

2.3 Aquíferos subterrâneos

Segundo Borges (1996), os aquíferos sedimentares comuns no litoral brasileiro são frágeis e altamente vulneráveis à contaminação. Borges estudou o aquífero sedimentar da praia do Campeche, localizado na Ilha de Santa Catarina, e chegou a resultados preocupantes, quanto aos riscos de contaminação dos

mananciais subterrâneos naquele local, devido à disposição inadequada de esgotos domésticos.

Manoel Filho (1997) afirma que os aquíferos apresentam uma lenta circulação de águas, comparando-se com os mananciais superficiais, levando um foco contaminante a demorar muito tempo até se manifestar. Os aquíferos possuem uma propriedade natural de depuração e filtragem, evitando em muitos casos a poluição das águas, ainda que exista um foco contaminante no solo. As águas subterrâneas são menos vulneráveis à poluição do que as águas superficiais. Contudo, uma vez contaminado o manancial subterrâneo, a lentidão do movimento das águas produz um efeito contrário, ou seja, torna-se muito mais difícil o seu processo de descontaminação, seja ele natural, ou feito pelo homem.

Para Paganini (1997), a preocupação maior no que diz respeito aos riscos de contaminação do lençol das zonas mais profundas do solo e, por conseguinte, dos aquíferos subterrâneos, deve estar centrada em vírus e bactérias. A contaminação por vírus ou bactérias depende diretamente de fatores como da carga hidráulica, seja ela causada pela aplicação dos esgotos ou pelas chuvas, da velocidade de percolação, tanto na camada saturada como na não saturada, e da concentração de microrganismos no líquido a ser aplicado, dentre outros.

A contaminação dos lençóis subterrâneos também depende inversamente de outros fatores, como do tempo de detenção dos esgotos na zona não saturada, da profundidade dos aquíferos em relação à superfície de aplicação e da temperatura do meio. Após os microrganismos movimentarem-se através do solo e alcançarem os aquíferos, passam a ser importantes a compreensão e a avaliação do período e das condições de sobrevivência de vírus e bactérias nos aquíferos subterrâneos. Sabe-se, muito pouco sobre os vírus em águas subterrâneas,

podendo-se, contudo, fazer estimativas aproximadas a partir de dados existentes sobre a sua sobrevivência em águas superficiais. Diversos tipos de vírus entéricos necessitam de dois a cem dias para perder 99,9% de sua infecciosidade inicial, quando em suspensão em diferentes tipos de águas superficiais, com diferentes graus de poluição, a uma temperatura de 20⁰ C. O tempo de sobrevivência é amplamente determinado pela temperatura e pelo grau de contaminação, sendo mais longo em águas muito limpas e em águas altamente poluídas. Estudos realizados com poliovírus 1 e Coxsackievirus B1, marcados radioativamente, indicaram que a desativação a temperaturas mais elevadas é devido aos danos causados ao ácido ribonucléico dos vírus. Assim, a temperatura é o fator individual mais importante no extermínio dos vírus, também em águas subterrâneas, sendo que se pode esperar 99% de redução a uma temperatura de 20⁰ C em dez dias, ainda que alguns enterovírus possam sobreviver por vários meses.

A perda da infecciosidade dos vírus na água é devida, em parte, a efetivos danos aos vírus e a um artifício causado pela agregação de diversos vírus, simulando a ocorrência de uma única partícula infecciosa. Essa agregação pode envolver a adsorção de vírus em partículas orgânicas ou inorgânicas em suspensão. A adsorção é favorecida por um pH ligeiramente ácido e pela presença de cátions bivalentes, sendo inibida pela presença de proteínas solúveis. Na avaliação de corpos d'água, quanto à presença de vírus, deve-se ter cautela quanto à utilização de bactérias indicadoras pois, em algumas experiências, foram detectados vírus entéricos em águas subterrâneas, que não apresentavam sinal de poluição bacteriana.

São relativamente limitadas as informações sobre a sobrevivência de bactérias em águas subterrâneas. Em geral, tem-se como prática a teoria de que o

período de sobrevivência desses organismos, de forma geral, é mais longo em águas subterrâneas do que em águas superficiais, em virtude da ausência de luz do sol e em função da competição por nutrientes disponíveis não ser tão intensa.

Da mesma forma, a temperatura constitui-se num fator importante, com as bactérias sobrevivendo por maior tempo a temperaturas mais baixas. A natureza química das águas subterrâneas também afeta a capacidade de sobrevivência de qualquer bactéria presente. Bactérias entéricas, em geral, suportam mal as condições ácidas em graus variáveis, ocorrendo o mesmo em águas subterrâneas salobras. As bactérias entéricas sobrevivem em águas subterrâneas por períodos de tempo consideráveis (cem ou mais dias), dependendo da temperatura. Em países mais quentes, a temperatura de águas subterrâneas rasas (lençol freático) é relativamente elevada. Assim, o período de sobrevivência de microrganismos entéricos deve ser menor nas águas subterrâneas de países tropicais do que daqueles temperados. Todavia, a possibilidade da reprodução deve ser levada em consideração, na medida em que é sabido que diversos tipos de bactérias podem se desenvolver e se reproduzir em águas que contenham sais minerais e uma fonte de energia.

2.3.1 Aquíferos da Ilha de Santa Catarina

Segundo Guedes (1999), existe um grande potencial de abastecimento da Ilha de Santa Catarina, através do uso racional das águas subterrâneas de seus principais aquíferos sedimentares, que são: Aquífero Joaquina, Aquífero Conceição, Aquífero Rio Vermelho e Aquífero Ingleses.

Guedes (1999) afirma que para que haja risco de contaminação de um aquífero é necessário que exista uma carga poluente despejada no solo ou subsolo. Nas regiões onde a ocupação humana é intensa (planícies sedimentares da Ilha), o problema de contaminação de aquíferos torna-se relevante, considerando-se as áreas ainda não atendidas por rede de coleta de esgotos (segundo a CASAN apenas 30% na Ilha é atendida por rede de coleta). A situação é agravada nos meses de verão, em que ocorre um aumento substancial da população.

2.4 Norma Brasileira NBR 13.969/1997 - tratamento complementar dos efluentes do tanque séptico

A Norma NBR 13.969/97 faz parte de uma série de três normas referentes ao “Sistema de tratamento de Esgotos”, sendo a primeira desta série a NBR 7.229/93/1993 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. A NBR 13.969/1997 complementa a parte referente ao tratamento e disposição dos efluentes de tanques sépticos da NBR 7.229/1993, que contemplava provisoriamente esse assunto em seu anexo B, até a edição da NBR 13.969/1997. A NBR 13.969/1997 foi elaborada com o objetivo de atender aos usuários de sistema local de tratamento de esgotos, que tem tanque séptico como unidade preliminar, alternativas técnicas consideradas viáveis para proceder ao tratamento complementar e disposição final do efluente.

2.4.1 Alternativas apresentadas pela NBR 13.969/1997, para o tratamento complementar dos efluentes do tanque séptico

a) Filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente

O filtro anaeróbio consiste em um reator biológico em que o esgoto é depurado por meio de microrganismos não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator, quanto nas superfícies do meio filtrante, sendo utilizado mais para retenção dos sólidos. Todo o processo é anaeróbio, sendo afetado pela variação da temperatura do esgoto e sua aplicação deve ser feita de modo criterioso. O processo é eficiente na redução de cargas orgânicas elevadas, desde que outras condições sejam satisfatórias. Os efluentes do filtro anaeróbio podem exalar odores e apresentar cor escura.

b) Valas de filtração e filtros de areia

São processos clássicos de tratamento, consistindo na filtração do esgoto através de camadas de areia, onde se processa a depuração por meio tanto físico (retenção), quanto bioquímico (oxidação), devido aos microrganismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, sem necessidade de operação e manutenção complexas. O sistema de filtração se caracteriza por permitir nível elevado de remoção de poluentes, com operação intermitente, podendo ser utilizado nos seguintes casos: quando o solo ou condições climáticas do local não recomendam o

emprego de vala de infiltração, ou canteiro de infiltração/evapotranspiração, ou a sua instalação exigir uma extensa área não disponível; quando a legislação sobre as águas dos corpos receptores exige alta remoção dos poluentes dos efluentes do tanque séptico; quando, por diversos motivos, for considerado vantajoso o aproveitamento do efluente tratado, sendo adotado com uma unidade de polimento dos efluentes dos processos anteriores.

c) Lodo Ativado por Batelada (LAB)

É o processo de tratamento que consiste na retenção de esgoto no tanque reator, onde se processa a depuração formando flocos de microrganismos basicamente aeróbios, cujo oxigênio necessário é fornecido através de ar injetado pelos equipamentos. Os flocos são separados do líquido tratado na fase de sedimentação no mesmo reator, drenando-se o efluente. O sistema de tratamento complementar do efluente de tanque séptico por processo LAB se caracteriza por sua eficiência comprovada na remoção de poluentes, aliada à simplicidade operacional e construtiva. Operacionalmente se caracteriza pela intermitência do processo depurativo, com drenagem periódica do esgoto tratado. Apesar da sua simplicidade operacional, exige manutenção regular, com intervalos menores do que nos outros processos, tais como filtro aeróbio submerso, filtros de areia, etc. Assim sendo, é um processo mais vantajoso para locais com vazões maiores, com parâmetros bastante restritivos de lançamento no corpo receptor.

d) Lagoas com plantas aquáticas

São recomendadas para locais com temperatura média anual inferior a 15^o C, com baixa incidência solar ou alta ocorrência de neblinas e névoas, que possam reduzir a incidência solar direta (basicamente a região sul do Brasil). Nessas condições, esse processo tem a vantagem de não permitir a proliferação de pernilongos, fator crítico na instalação desse sistema, em regiões de clima quente. Tem baixo custo construtivo em relação à lagoa de estabilização, operacionalmente simples e de baixo custo, com boa remoção de carga orgânica e de nutrientes.

2.4.2 Alternativas de disposição final dos efluentes do tanque séptico da Norma NBR 13.969/97

a) Vala de infiltração

A vala de infiltração está entre as alternativas da norma, como uma das mais utilizadas nas áreas sedimentares da Ilha de Santa Catarina, como sistema de disposição local nas regiões não atendidas por redes de coleta de esgotos. Devido a sua ampla aplicação e aos objetivos do trabalho, essa alternativa será detalhada com maior ênfase a seguir. A vala de infiltração é o processo de tratamento (disposição) final do esgoto que consiste na percolação do mesmo no solo, onde ocorre a depuração devido aos processos físicos (retenção de sólidos) e bioquímicos (oxidação). Por utilizar o solo como meio filtrante, seu desempenho depende

grandemente das características do solo, assim como do seu grau de saturação por água. A vala de infiltração pode ser utilizada para disposição final do efluente líquido do tanque séptico doméstico, em locais com boa disponibilidade de área para sua instalação e com remota possibilidade presente ou futura de contaminação do aquífero. Seu uso não é recomendado onde o solo é saturado de água. Na medida do possível, deve ser adotado um sistema de aplicação intermitente, para melhorar a eficiência de tratamento e durabilidade do sistema de infiltração. O uso da vala de infiltração deve ser precedido de uma avaliação técnica, de modo que a evitar a contaminação do aquífero utilizado na região, causada por nitratos, vírus e outros microrganismos patogênicos.

Para o projeto e uso da vala de infiltração devem ser observados os parâmetros:

- características do solo onde a vala de infiltração será instalada;
- nível máximo do aquífero e sua distância vertical mínima;
- manutenção da condição aeróbia no interior da vala;
- distância mínima de fonte de captação de água;
- processo construtivo;
- alternância;
- índice pluviométrico.

O sistema de infiltração do efluente no solo depende, basicamente, das características do solo onde é instalada a vala. Além da capacidade de percolação do solo, exerce influência fundamental na remoção eficiente dos agentes patogênicos e de fósforo, a composição química do solo constituinte, além de sua saturação. A capacidade de percolação do solo deve ser previamente determinada.

Deve ser mantida uma distância mínima vertical entre o fundo da vala de infiltração e o nível máximo da superfície do aquífero de 1,5 metro. Também deve ser observada uma distância horizontal mínima conforme as características do solo de qualquer poço para captação de água, de modo a permitir tempo de percurso do fluxo de três dias até atingir o poço.

Para manutenção da condição anaeróbia no interior da vala de infiltração e desobstrução dos poros do solo, deve ser previsto o uso alternado de valas. Assim, o número mínimo de valas deve ser dois, para cada um correspondente a 100% da capacidade total necessária. Pode-se optar por três valas, cada uma com 50% da capacidade total, alternadas em seu uso, num prazo máximo de seis meses.

Em locais de alto índice pluviométrico, deve ser evitado o ingresso de águas pluviais nas valas de infiltração, para não causar o desprendimento dos agentes patogênicos retidos, assim como condições anaeróbias na vala, sendo necessário prever uma cobertura com material impermeável sobre a camada de brita/pedra antes do reaterro. Deve-se prever, também, um sistema de drenagem das águas pluviais em torno do campo de infiltração.

b) Canteiro de infiltração e de evapotranspiração

É o processo que consiste na disposição final do esgoto, tanto pelo processo de evapotranspiração através das folhas de vegetação, quanto pelo processo infiltrativo no solo. O canteiro de infiltração e de evapotranspiração é empregado em locais não propícios à simples infiltração, substituindo o solo e/ou condições desfavoráveis por solos de melhores características. O canteiro permite também a evapotranspiração do líquido, reduzindo o volume final do esgoto. O

canteiro deve ser coberto de vegetação com raízes pouco profundas para a proteção do mesmo e para acelerar a evapotranspiração do líquido. A área do canteiro não deve ser arborizada e, se possível, instalado em local aberto, com boa ventilação e insolação. O esgoto deve ser aplicado no canteiro de modo intermitente. São considerados locais não propícios para a infiltração:

- com nível freático raso;
- com camada de areia ou solo arenoso que não permita o bom tratamento do esgoto, com taxas de percolação extremamente elevadas;
- solos com taxas de percolação muito reduzidas, exigindo extensa área para infiltração.

c) Sumidouro

Esta alternativa, juntamente com as valas de infiltração, é também a mais difundida entre a população que utiliza sistema local de tratamento nas áreas não atendidas por rede de coleta coletiva, largamente aplicada como alternativa de disposição dos esgotos no solo após a fossa séptica. Dado seu abrangente uso na Ilha de Santa Catarina, também serão melhores detalhados seus conceitos. O sumidouro é a unidade de depuração e de disposição final do efluente de tanque séptico verticalizado em relação à vala de infiltração. Devido a essa característica, seu uso é favorável somente nas áreas em que o aquífero é profundo e possa garantir a distância mínima de 1,50 metro entre o seu fundo e o nível máximo do aquífero. Os critérios e as considerações principais seguem aquelas relativas às valas de infiltração, exceto no que tange ao processo aeróbio, uma vez que se torna

difícil manter aquela condição no interior do poço. Por essa razão, a obstrução das superfícies internas do sumidouro é mais precoce. Na ocasião da substituição por outro poço, recomenda-se a exposição ao ar livre das paredes internas do sumidouro substituído, durante pelo menos seis meses, tomando-se o cuidado de não ocorrerem acidentes, a fim de permitir a recuperação da capacidade infiltrativa. Os parâmetros de dimensionamento devem ser os mesmos das valas de infiltração. No entanto, sendo o sumidouro uma unidade geralmente verticalizada, é freqüente a ocorrência de diversas camadas com características distintas, necessitando, normalmente de se proceder a apuração da capacidade de infiltração para cada camada. Para o cálculo da área de infiltração, deve ser considerada a área vertical interna do sumidouro, sempre abaixo da geratriz inferior da tubulação de lançamento do afluente no sumidouro, acrescida da superfície do fundo. A área útil do sumidouro deve ser determinada de modo a manter uma distância mínima de 1,50 metro entre o fundo do mesmo e o nível máximo do aquífero. O menor diâmetro interno do sumidouro deve ser de 0,30 metros.

d) Galeria de águas pluviais

O efluente do sistema local de tratamento pode ser lançado nas galerias de águas pluviais. É inviável a aplicação desse tipo de disposição na Ilha de Santa Catarina, com exceção nas áreas a jusante da cota 2 do Rio Tavares, ou em galerias que desemboquem nesse trecho, pois segundo legislação estadual vigente, todos os rios da Ilha de Santa Catarina são classificados como classe 1, ou seja, não é permitido o lançamento de efluentes mesmo tratados.

e) Lançamento em águas superficiais

Esta alternativa também, pelos mesmos motivos do item anterior (d), não é possível de aplicação, com exceção das áreas a jusante da cota 2 do Rio Tavares.

f) Reuso local

Esta é uma ótima alternativa, porém de alto custo, considerando-se os sistemas locais que atendam somente uma residência. No caso dos esgotos de origem essencialmente doméstica, ou com características similares, o esgoto tratado pode ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como, irrigação de jardins, lavagem de pisos, lavagem de veículos, descarga de vasos sanitários, manutenção paisagística de lagos e canais de água, na irrigação de campos agrícolas e pastagens, etc.

O tipo de reuso pode abranger desde a simples recirculação de água de enxágüe da máquina de lavagem, com ou sem tratamento aos vasos sanitários, até uma remoção em alto nível de poluentes para lavagens de carros. Frequentemente, o reuso é apenas uma extensão do tratamento de esgotos, sem investimentos adicionais elevados, assim como nem todo o volume de esgoto gerado deve ser tratado para ser reutilizado. Admite-se também que o esgoto tratado em condições de reuso possa ser exportado para além do limite do sistema local para atender à demanda industrial ou outra demanda da área próxima. No caso de utilização como fonte de água para canais e lagos para fins paisagísticos, dependendo das condições locais, pode ocorrer um crescimento intenso de plantas aquáticas devido

à abundância de nutrientes no esgoto tratado. Nesse caso, deve-se dar preferência às alternativas de tratamentos que removam eficientemente o fósforo dos esgotos. O reuso local deve ser planejado de modo a permitir seu uso seguro e racional para minimizar o custo de implantação e de operação. Para tanto, devem ser definidos:

- os usos previstos para esgotos tratados;
- volume de esgoto a ser reutilizado;
- grau de tratamento necessário;
- sistema de reservação e de distribuição;
- manual de operação e treinamento dos responsáveis.

O grau de tratamento para uso múltiplo de esgoto, após tratados, é definido pelo uso mais restrigente quanto à qualidade desejada.

2.5 Legislação ambiental e normas aplicadas na Ilha de Santa Catarina quanto à destinação de efluentes tratados

2.5.1 Decreto Lei Estadual nº 14.250, de 5 de junho de 1981

Este Decreto regulamenta os dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e à Melhoria da Qualidade Ambiental (ANEXO A). Segundo o artigo 10º, do Decreto nº 14.250/81, “toda empresa deverá tratar seus esgotos quando não existir sistema público de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgotos”. Destacam-se os textos relativos à pesquisa, onde, na sua Subseção I, o Decreto nº 14.250/81 classifica, segundo seus

usos preponderantes, as águas interiores do Estado de Santa Catarina em classes na ordem de 1 a 4. O artigo 5º descreve para a classe 1 que “os corpos de água desta classe são destinados ao abastecimento público sem tratamento prévio ou com simples desinfecção”. Na Subseção III, o artigo 11º diz que “nas águas de classe 1, não são tolerados lançamentos de efluentes, mesmo tratados”.

2.5.2 Portaria Estadual Intersetorial nº 01/92 - atualizada pela Portaria nº 01/2000

A Portaria Intersetorial nº 01/02, publicada em 16 de junho de 2000, detalhada no ANEXO B, aprova a listagem de classificação das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental, cuja classificação é baseada em vários parâmetros da atividade, tais como área útil, número de empregados, produção mensal, volume coletado, vazão, etc.

Através do dimensionamento dos parâmetros citados, classifica-se o Potencial Poluidor/Degradador da atividade. Conhecido este pode-se enquadrar a atividade ao seu potencial, que pode variar de: Pequeno, Médio ou Grande, analisando o potencial de poluição sobre o ar, a água e solo.

2.5.3 Lei Municipal nº 077/96

A Lei Municipal nº 77/96, de 06 de março de 1996 (ANEXO C) em seu artigo 1º, proíbe o lançamento de efluentes de qualquer espécie na rede de

drenagem pluvial, na área de abrangência do Plano diretor dos Balneários (Lei Municipal nº 2.193/85 - Plano Diretor dos Balneários).

2.5.4 Normativa Interna nº 001/2003 - análise de projetos de construção Unifamiliar e Multifamiliar - Vigilância Sanitária Municipal de Florianópolis

A Normativa Interna nº 001/2003 de vigilância sanitária municipal de Florianópolis (ANEXO D), visa à análise de projetos de edificações, Uni e Multifamiliares e tem divididas suas instruções de acordo com a localização do empreendimento a ser implantado, ou seja, se o mesmo é ou não atendido por rede de coleta pública de coleta de esgotos.

2.5.5 Lei nº 9.433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos

A lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, além de outras regulamentações.

Segundo Machado (2004), essa lei abrange todo o tipo de água; a água de superfície, a água subterrânea, a água fluente e a emergente passaram a ser de domínio público. A lei nº 9.433/97 demarca concretamente a sustentabilidade dos recursos hídricos em três aspectos: disponibilidade de água, utilização racional e utilização integrada. Disponibilidade de água boa e de qualidade, isto é, não poluída, para as gerações presentes e futuras. Essa é a finalidade prioritária,

através da utilização racional, integrada e eqüitativa de água que facilite o acesso de todos a este bem, ainda que em quantidades diferentes. A Lei cria também os Planos de Recursos Hídricos, que são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento de tais recursos (art. 6º da Lei nº 9.433/97). Os Planos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.

A Lei nº 9.433/97 determina que o enquadramento dos corpos de águas em classes, segundo os usos preponderantes da água, objetiva:

- a) assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que foram destinadas;
- b) diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas e permanentes (art 9º). Já existe um sistema de classes de qualidade das águas, tendo a Resolução CONAMA - 20/86 definido a “classificação das águas doces, salobras e salinas com base nos usos preponderantes”. De acordo com a Lei nº 9.433/97, a classificação das águas de cada corpo de água numa determinada classe é atribuição do organismo público que tenha competência para o licenciamento, a fiscalização e a imposição de penalidades administrativas ambientais, conforme a legislação ambiental. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução 20/86, previu nove classes de águas para o Brasil, definindo cinco classes em relação às águas doces. A resolução 20/86 conceitua o “enquadramento como o estabelecido do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo de água ao longo do tempo”. Para cada classe de água há previsão de parâmetros de materiais flutuantes,

óleos e graxas, substâncias que comuniquem gostos ou odor, corantes artificiais, substâncias que formem depósitos objetáveis, coliformes, DBO₅ (demanda bioquímica de oxigênio), OD (oxigênio dissolvido), turbidez, pH, entre outros.

A classificação das águas é o reconhecimento da diferença e multiplicidade de uso desse recurso.

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Aspectos gerais da Ilha de Santa Catarina

3.1.1 História

Os primeiros moradores da região de Florianópolis foram os índios tupis-guaranis. Os indícios de sua presença encontram-se nos sambaquis e sítios arqueológicos cujos registros mais antigos datam de 4.800 a.C. Entretanto, somente por volta de 1675 é que Francisco Dias Velho, junto com sua família e agregados, dá início à povoação da Ilha, com a fundação de Nossa Senhora do Desterro (atual Florianópolis).

Florianópolis tem sua economia alicerçada nas atividades do comércio, prestação de serviços públicos, indústria de transformação e Turismo. Recentemente a indústria do vestuário e da informática vêm se tornando também setores de grande desenvolvimento.

A Ilha de Santa Catarina, onde se situa a maior parte territorial do município de Florianópolis (90%), capital do Estado de Santa Catarina, localiza-se entre as latitudes 27° 22' S - 27° 50' S e entre as longitudes 48° 25' - 48° 35' WG.

3.1.2 População

A população da Ilha de Santa Catarina é de 250.993 habitantes distribuída pelos bairros citados na Tabela 1 (IBGE, 2000), a seguir.

Tabela 4: Número de habitantes na Ilha, por bairro.

Bairro - Ilha	População (habitantes)	Bairro - Ilha	População (habitantes)
Açores	552	Lagoa Pequena	857
Agronômica	14.591	Lagoinha do Norte	651
Alto Ribeirão	2.980	Monte Verde	6.198
Armação	2.247	Morro das Pedras	1.527
Autódromo	299	Pantanal	4.703
Barra da Lagoa	3.812	Pântano do Sul	2.234
Barra do Sambaqui	781	Pedrita	589
Base Aérea	605	Ponta das Canas	2.473
Cachoeira do Bom Jesus	3.440	Porto da Lagoa	1.200
Cacupé	863	Praia Brava	130
Caiacanga	769	Praia Mole	108
Caieira	170	Ratones	1.023
Campeche	9.605	Recanto dos Açores	382
Canasvieiras	4.822	Ressacada	1.690
Canto da Lagoa	980	Retiro	943
Canto do Lamim	348	Ribeirão da Ilha	1.376
Canto dos Araçás	408	Rio das Pacas	56
Capivari	8.686	Rio Tavares	3.695
Carianos	3.656	Rio Vermelho	5.571
Centro	44.074	Saco Grande	5.002
Costeira	9.301	Saco dos Limões	13.771
Costeira do Ribeirão	540	Sambaqui	1.345
Córrego Grande	4.833	Santa Mônica	5.081
Daniela	426	Santinho	2.521
Dunas da Lagoa	331	Santo Antônio de Lisboa	1.352
Forte	266	Tapera	430
Ingleses	4.668	Tapera da Base	7.081
Itacorubi	10.307	Trindade	15.031
João Paulo	3.057	Vargem Grande	1.875
José Mendes	3.514	Vargem Pequena	418
Jurerê	3.252	Vargem do Bom Jesus	2.286
Lagoa	5.081	Sem especificação	10.130
Total			250.993

Fonte: IBGE (2004).

A cidade de Florianópolis possui doze distritos, sendo o distrito sede que inclui a porção continental da cidade, o mais populoso, com 228.869 habitantes, conforme Tabela 2 (IBGE, 2000), que discrimina a população total por distritos.

Tabela 5: Número de habitantes na Ilha, por Distrito.

Distritos*	População (habitantes)
Barra da Lagoa	4.331
Cachoeira do Bom Jesus	12.808
Campeche	18.570
Canasvieiras	10.129
Ingleses do Rio Vermelho	16.514
Florianópolis *	228.869
Lagoa	9.849
Pântano do Sul	5.824
Ratones	2.871
Ribeirão da Ilha	20.392
Santo Antônio de Lisboa	5.367
São João do Rio Vermelho	6.791
Total	342.315

Fonte: IBGE (2004).

* O distrito Sede inclui os bairros do Continente de Florianópolis

Conforme a Tabela 3, a seguir, Florianópolis apresentou nos últimos anos um crescimento significativo da sua população, apresentando entre os anos de 1999 e 2000 um crescimento de 8,51 % (IBGE, 2004).

Tabela 6: Crescimento da População de Florianópolis, de 1970 a 2000

Ano	População (hab.)	Crescimento (%)
1970	138.337	-
1980	187.871	35,81
1991	254.941	35,7
1992	260.593	2,22
1993	266.858	2,4
1994	272.073	1,95
1995	277.156	1,87
1996	271.281	2,12
1997	285.279	5,16
1998	299.999	5,16
1999	315.479	5,16
2000	342.315	8,51
Média	-	9,26

Fonte: IBGE (2004).

3.1.3 Esgotamento Sanitário¹

O índice de atendimento no aglomerado urbano de Florianópolis (Biguaçu, Palhoça e São José) com sistema completo de esgotamento sanitário que compreende coleta, tratamento e destino final, é de 39,5%, percentual bastante superior à cobertura do Estado de Santa Catarina, que é de apenas 8,2% e sensivelmente maior que o índice a nível Federal, que é da ordem de 33%.

¹ Fonte: CASAN – Disponível em: <http://www.casan.com.br/>- 2005.

Conforme demonstra o Quadro 1, apenas 46,61% da população de Florianópolis é atendida por rede de coleta de esgotos.

No mapa do ANEXO E, observam-se às áreas atualmente atendidas por rede de coleta de esgotos na Ilha de Santa Catarina.

Discriminação	Dados
População Urbana (hab.)	356.059
População Atendida (hab.)	165.975
Nível de Atendimento (%)	46,61
Extensão da Rede de Distribuição de Esgotos (m)*	240.814

Fonte: CASAN (2005)

* Somente Ilha de Santa Catarina

Quadro 1: População urbana local, população urbana atendida, extensão da rede de coleta de esgotos.

3.1.4 Clima

O clima da Ilha de Santa Catarina é classificado como tropical sempre úmido com verões quentes. A dinâmica atmosférica na Ilha ocorre por influência de duas massas de alta pressão: o anticiclone polar e o anticiclone semifixo do atlântico sul, centro de ação da massa Tropical Atlântica.

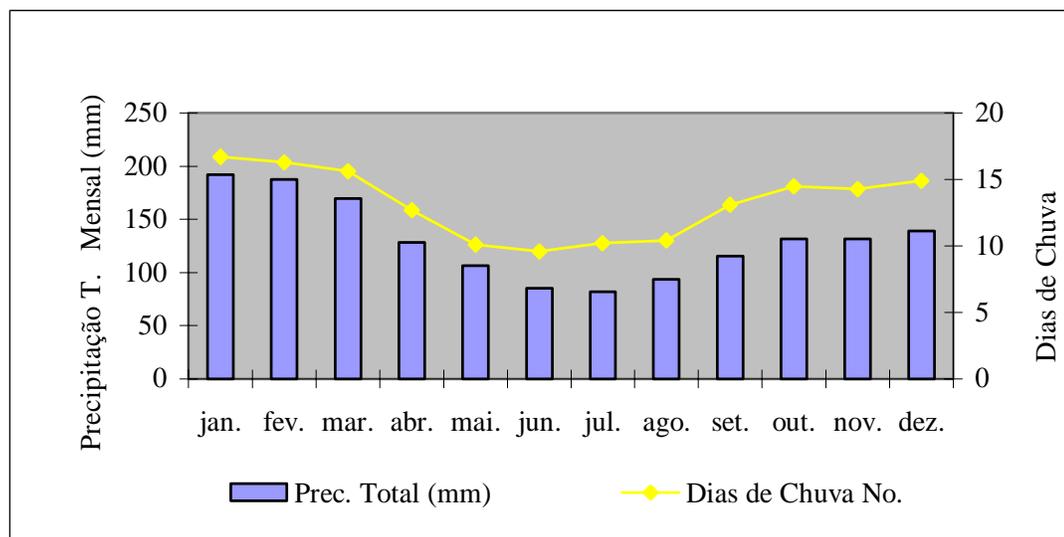
3.1.5 Precipitação

A precipitação é bastante significativa e bem distribuída durante o ano. A precipitação média anual para o período de 1911 a 1984 foi de 1.521 mm. Não

existe uma estação seca, sendo o verão geralmente a estação que apresenta o maior índice pluviométrico (HERMANN et al, 1986). Conforme verifica-se através do Gráfico 1, as maiores precipitações ocorrem de janeiro a março, com uma média de 160 mm mensais, sendo que de abril a dezembro há pouca variação, com uma média em torno de 100 mm mensais.

Os valores mais baixos ocorrem de junho a agosto. Os tipos de precipitação mais frequentes na área de estudo são as chuvas frontais, formadas pelo choque de frentes quentes e principalmente frentes frias, chuvas orográficas associadas às formas mais salientes do relevo e chuvas convectivas, relacionadas com as altas temperaturas do verão comum nos finais de tarde.

Essas condições climáticas, com elevadas precipitações e temperaturas no verão, associadas aos altos índices de umidade o ano inteiro, possibilitam na Ilha de Santa Catarina o desenvolvimento de vários ecossistemas associados aos domínios da Mata Atlântica, destacando a presença de manguezais e restingas.

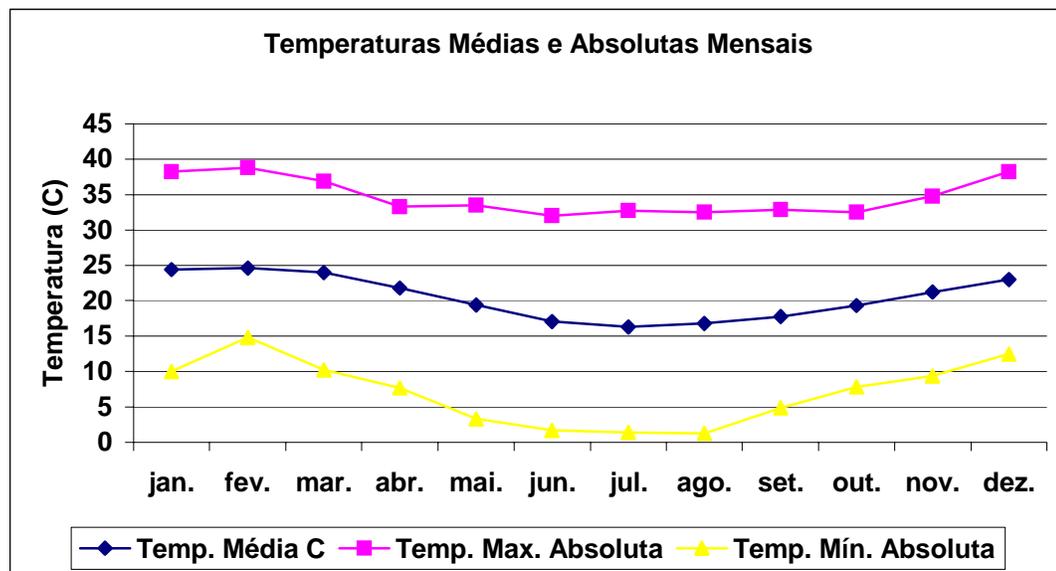


Fonte: CLIMERH – EPAGRI, 2003

Gráfico 2: Precipitação média mensal e número de dias de chuva de Florianópolis, com série histórica de 85 anos.

3.1.6 Temperatura

A média anual da temperatura no período de 1923 a 1984 foi de 20,4 °C. Conforme a Gráfico 2, fevereiro é o mês mais quente, apresentando uma média mensal de 24,5 °C; julho é o mês mais frio, com 16,4 °C (HERMANN et al, 1986). A média das máximas do mês mais quente varia de 28 a 31°C e a média das mínimas do mês mais frio, de 7,5 a 12°C. Os valores correspondem a uma média de 84 anos, com os valores mais altos no verão nos meses de janeiro e fevereiro, e os menores no inverno nos meses de julho e agosto. Pode-se observar, através do Gráfico 2, a grande amplitude térmica dos valores absolutos de temperatura, comparando os dados máximos do verão e mínimos do inverno.

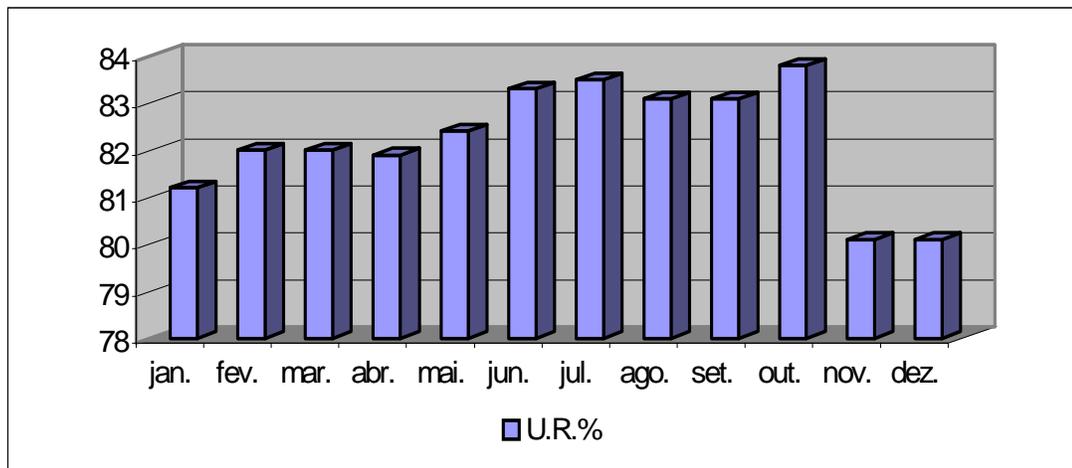


Fonte: CLIMERH – EPAGRI, 2003

Gráfico 2: Temperaturas médias e absolutas mensais.

3.1.7 Umidade Relativa

A umidade relativa do ar é alta e sua média anual chega a 82%. Os valores do Gráfico 3 correspondem a uma média de 81 anos com maior valor em outubro e os menores em novembro e dezembro. A insolação apresenta o valor médio anual de 2.025,6 horas, representando 46% do total possível, o que permite dizer que mais da metade do ano o sol permanece encoberto. As taxas médias anuais de evaporação são de 1.019 mm. O mês de dezembro com 106,7 mm e junho com 64,8 mm.



Fonte: EPAGRI (2003).

Gráfico 3: Umidade Relativa, valores correspondentes a uma média de 81 anos com maior valor em outubro e os menores em novembro e dezembro.

3.1.8 Geologia

Geologicamente a Ilha de Santa Catarina está constituída por duas formações básicas: os terrenos cristalinos e os terrenos sedimentares de formação recente. Os terrenos cristalinos formam as partes mais elevadas da Ilha, destacando-se a cadeia central de direção norte/sul e os pontos rochosos que se sobressaem na periferia. Os terrenos sedimentares constituem as partes baixas, onde há formação de dunas, restingas e manguezais.

3.1.9 Geomorfologia

A Ilha de Santa Catarina situa-se paralela ao continente do qual se separa por um estreito canal. Apresenta uma morfologia descontínua formada por cristas montanhosas, com altitudes que variam de 400 a 540 metros, e por morros isolados com altitudes inferiores, intercalados de pequenas planícies. O relevo da Ilha de Santa Catarina apresenta duas unidades marcadamente diferenciadas por suas formas e processos de origem e evolução. A unidade mais antiga compõe as serras destacadas pelas maiores altitudes chegando até 532 m, com nascentes de águas limpas e remanescentes florestais da Mata Atlântica. Provavelmente, a origem dessa formação geológica está associada a uma fase de instabilidade tectônica, que originou grandes falhas e profundas bacias de sedimentação, que influenciaram, há milhões de anos atrás, grande parte da margem continental brasileira. Após esses episódios, a área esteve sob regime de lenta epirogênese e sob a atuação dos processos erosivos que vieram ao longo desse tempo geológico, moldando as

Serras litorâneas (BIGARELLA, 1994; CARUSO, 1993). A segunda e mais recente unidade é a planície costeira com um relevo variando de plano a ondulado caracterizado por uma diversidade de ecossistemas de transição, destacando as restingas, banhados e manguezais que regulam uma série de processos ecológicos aquáticos e terrestres.

A evolução dessa paisagem está intimamente ligada às diversas flutuações climáticas e oscilações do nível médio do mar ao longo do período terciário e quaternário, com implicações diretas na geomorfologia, nas sucessões e migrações vegetais da região Sul do Brasil (KLEIN, 1979).

Ao longo desses eventos, os processos erosivos, associados às oscilações ambientais, originaram as planícies costeiras com diferentes depósitos sedimentares, que em alguns casos apresentam-se justapostos (CARUSO, 1993). Os diferentes ecossistemas atuais, encontrados na área de estudo, são resultados dessa complexa evolução ligada à história geológica, climática, do nível médio do mar e ação humana (BIGARELLA, 1994).

3.2 Aspectos gerais da área de estudo - Bacia Hidrográfica do Rio Ratonés

A bacia de Ratonés (Mapas 1, 2 e 3) abrange parcial ou integralmente os distritos de Santo Antônio de Lisboa, Ratonés, Canasvieiras, e Cachoeira do Bom Jesus, incluindo vários bairros e localidades predominantemente urbanos, ou em acelerado processo de urbanização. É formada entre o morro da Barra do Sambaqui, de 183 m de altitude, o Morro do Forte, de 117 m de altitude, o Morro Jurerê-Canasvieiras, de 148 m de altitude, e a leste, os morros da dorsal norte da

Ilha aos 395 m de altitude máxima. Estende-se até próximo às localidades de Vargem Pequena e dos Ratores, isto é, até onde se verifica a influência das marés.



Fonte: Banco de Imagens da empresa Habitasul, 2004

Mapa 1: Estado de Santa Catarina.



Fonte: Banco de Imagens da empresa Habitasul, 2004

Mapa 2: Ilha de Santa Catarina².

² Detalhe: Baía do Rio Ratores



Fonte: Banco de Imagens da empresa Habitasul, 2004

Mapa 3: Bacia do Rio Ratoles.

3.2.1 Hidrologia e Hidrografia

A Bacia Hidrográfica de Ratoles possui área total de 9.287 ha, com seu curso principal denominado rio Ratoles, que deságua em pequeno estuário na enseada de Ratoles, delimitada pelo pontal da Daniela. Tem aproximadamente 10 km de extensão por 3 m de largura em média. Seus principais afluentes são: pela margem direita, o rio Cachoeira ou Papaquara com o afluente rio Palha, o rio da Costa e o ribeirão Vargem Pequena; pela margem esquerda, o rio Piçarras, o ribeirão Capela e o córrego Silvino. Possui ainda enorme rede de canais secundários.

Outro rio que contribui para a formação deste manguezal é o rio Veríssimo, bastante sinuoso, mais estreito que o rio Ratoles, porém navegável em grande parte. Uma de suas nascentes localiza-se no morro da Barra do Sambaqui, porém a maior parte do seu curso está no plano sedimentar e sob a influência das

marés, o que possibilita a formação do mangue ao longo de suas margens (DUARTE, 1981). A dinâmica hidrológica destas planícies está relacionada aos altos níveis do lençol freático, muitas vezes na superfície ou próxima dela, variando entre 0,5 a 1,0 m (FIDÉLIS, 1998).

As nascentes surgem sobre as encostas florestadas dos morros a uma altitude máxima de 496 m. Essas nascentes, de águas limpas, correm encaixadas nos vales estruturais do maciço cristalino, onde predominam os processos de erosão influenciados pelos falhamentos e pelas altas declividades.

3.2.2 Planícies Sedimentares da Bacia do Rio Ratonés

As principais planícies encontradas na bacia hidrográfica de Ratonés, segundo IPUF/IBGE (1991), são:

- planície marinha – área variando de plana a suave ondulada, resultante de processos de acumulação marinha e variações do nível médio do mar pela ação das marés. Ocasionalmente afloram locais e esporádicos do lençol freático;
- planície de restinga – formada pela sucessão de cordões arenosos alongados e estreitos, intercalados por áreas deprimidas de aspecto brejoso;
- planície fluvial – área plana, sujeita a inundações periódicas resultantes dos processos de acumulação dos rios;
- planície flúvio-lacustre – superfície variando de plana a suave ondulada, resultante da combinação de processos fluviais e lagunares;

- planície de maré – área plana ou levemente inclinada em direção ao mar, localizada junto à foz dos rios, é periodicamente inundada pelo ingresso das águas marinhas da Baía Norte em decorrência das marés;
- rampas colúvio-eluviais – superfície em forma de rampa constituída por sedimentos areno-argilosos, depositados em fluxos de regime torrencial;
- rampas de dissipação – superfície em rampas formadas pela dissipação de dunas de captação, interligitadas com material de alteração dos maciços cristalinos.

4 METODOLOGIA

4.1 Considerações iniciais

O desenvolvimento do trabalho foi realizado basicamente em três fases:

- **Primeira Fase:** Levantamento e análise das leis e normas municipais e estaduais, aplicáveis na Ilha de Santa Catarina, que regulamentam a aprovação de projetos nos órgãos públicos quanto á disposição final de efluentes tratados;
- **Segunda Fase:** Com o objetivo de verificar a aplicabilidade das leis e normas analisadas na primeira fase, foram levantadas características ambientais da Ilha de Santa Catarina e da área de estudo tendo em vista a geologia, a pluviometria e o nível dinâmico do lençol freático;
- **Terceira Fase:** Na terceira e última fase foram confrontadas as informações obtidas nas fases anteriores, ou seja, os textos das leis e normas analisadas, com o intuito de verificar a aplicabilidade das mesmas. Os resultados e conclusões do trabalho foram então elaborados após essa fase.

4.2 Seleção da área de estudo

Para o estudo de caso escolheu-se a região da bacia hidrográfica do rio Ratones, localizada ao norte da Ilha de Santa Catarina, conforme mostra os mapas

1, 2 e 3. A escolha foi realizada considerando-se as características geológicas similares entre a área de estudo e as demais regiões da Ilha, possibilitando o cumprimento da proposta do objetivo geral do trabalho, que é realizar, através de uma projeção dos resultados obtidos, uma análise da aplicabilidade das leis e normas de disposição dos efluentes tratados para a Ilha de Santa Catarina, nas suas regiões não atendidas por rede de coleta de esgotos.

Outro fator determinante para escolha da área de estudo foi a disponibilidade de dados da região, proporcionada ao autor através de sua atuação profissional como gestor de sistema de tratamento de águas e esgotos de empreendimento localizado na bacia, com acesso e participação em monitoramentos, de níveis piezométricos e de pluviometria, entre outros, que serviram de base para as análises propostas e roteiro da pesquisa.

4.3 Desenvolvimentos do trabalho

4.3.1 Primeira Fase: levantamento e análise das leis e normas de disposição de efluentes tratados aplicadas na Ilha de Santa Catarina

Foram levantadas e analisadas as leis e normas específicas aplicadas pela vigilância sanitária municipal de Florianópolis e pela Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA), órgão estadual. As leis e normas exigidas pela vigilância sanitária municipal foram obtidas através do site³ da Prefeitura Municipal de Florianópolis. Já a legislação ambiental do Estado foi obtida

³ www.pmf.sc.gov.br/saude_vigilancia.htm.

através da pesquisa e análise da publicação “Coletânea da Legislação Ambiental do Estado de Santa Catarina”, publicada em 1997 pela FATMA, com o propósito de auxiliar os técnicos do projeto Microbacias, cujo objetivo é o desenvolvimento florestal e Proteção dos recursos hídricos do Estado.

A legislação ambiental básica do Estado de Santa Catarina, que pode ser classificada como a principal “cartilha” de diretrizes ambientais legais (utilizadas pela FATMA para análise de projetos de tratamento de efluentes) é composta, principalmente, pela Lei Estadual nº 5.793 de 15 de outubro de 1980. Essa lei dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências, tendo sido regulamentada no ano de 1981 através do Decreto Lei nº 14.250, de 5 de junho do mesmo ano, ambos descritos na íntegra nos ANEXOS A e F.

4.3.2 Segunda Fase: levantamento da geologia, dados de monitoramento de campo da pluviometria e níveis freáticos da área de estudo

Na segunda fase do trabalho, foram levantadas informações gerais da Ilha e da área de estudo, principalmente quanto à geologia, pluviometria e dinâmica dos níveis freáticos. As informações obtidas na segunda fase foram indispensáveis para a análise final tendo em vista a aplicabilidade das leis e normas analisadas e considerando-se as exigências e recomendações das mesmas, conforme é verificado nos resultados e conclusões do trabalho.

4.3.2.1 Fontes utilizadas

As informações foram levantadas nas seguintes fontes:

- As características geológicas da Ilha e específicas da bacia do rio Ratonés foram obtidas através das bibliografias citadas ao fim do trabalho;
- Os dados de monitoramento de campo de pluviometria da Ilha de Santa Catarina foram obtidos através da pesquisa junto ao CLIMERH, atual Centro de Informações e Recursos Ambientais e de Hidro-meteorologia de Santa Catarina (CIRAM);
- Os dados de monitoramento de campo de pluviometria da área de estudo foram obtidos através do trabalho intitulado, "Avaliação Hidrogeológica dos Aquíferos Fraturado e Granular nas Áreas de Jurerê Internacional e Vargem Pequena", realizado pela empresa S&A Consult, cujo ponto de monitoramento está localizado na bacia do rio Ratonés nas coordenadas de Latitude: 27° 35' 00" e Longitude de 48° 34' 00";
- Os dados de monitoramento do comportamento do nível médio do lençol freático da área de estudo foram obtidos através de monitoramento realizado na área de estudo. Esse monitoramento foi realizado através da leitura diária, monitorando nove pontos (piezômetros) distribuídos numa área maior de 6 km², localizados na bacia do rio Ratonés, em áreas em torno do empreendimento Jurerê Internacional, conforme ANEXO G. A leitura dos níveis nos pontos foi realizada por funcionários da estação de tratamento de água do empreendimento, sob a gestão e coordenação do autor.

4.3.3 Terceira Fase: resultados e conclusões

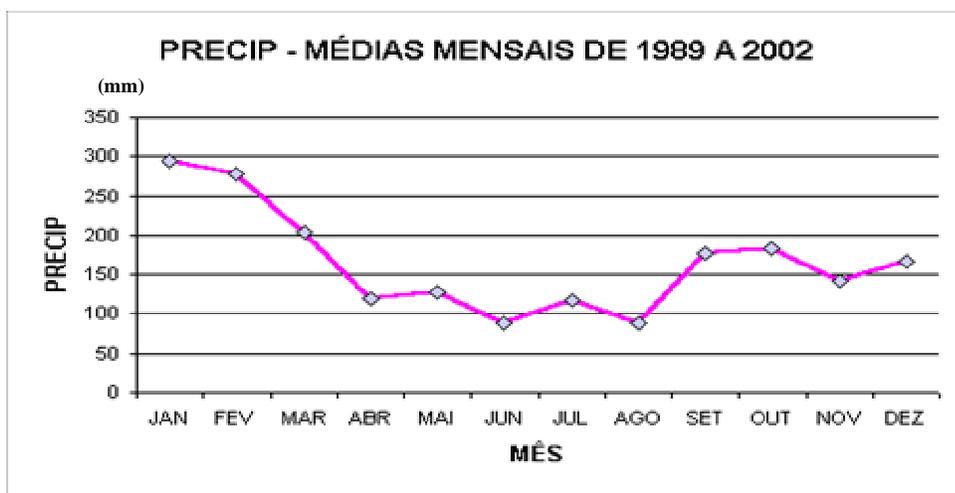
Na terceira e última fase do trabalho realizou-se uma confrontação dos textos, exigências e determinações das leis e normas do município de Florianópolis versus as leis e normas aplicáveis do Estado de Santa Catarina. Foi analisada também a aplicabilidade dos textos das mesmas frente as características naturais levantadas da área de estudo quanto a sua geologia, pluviometria e dinâmica dos níveis freáticos. Com base nos resultados da terceira fase foi elaborado, então, os resultados da pesquisa, bem como conclusões e recomendações.

5 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

5.1 Análise da Pluviometria e do Nível Freático Médio da Área de Estudo

5.1.1 Pluviometria local

O Gráfico 4 mostra os volumes médios mensais de chuva. A precipitação média anual na bacia de Ratoles é de 1.994,57 mm, ou seja, cerca de 473,57 mm maior que a média histórica anual (cerca de 1.500 mm) registrada pela estação da EPAGRI-CLIMERH para a Ilha de Santa Catarina, conforme descrito no capítulo 4.

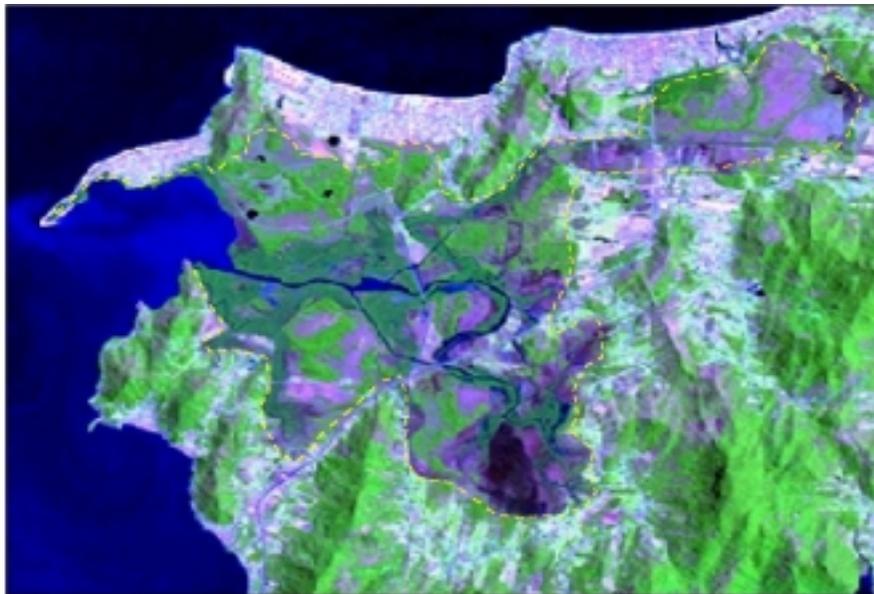


Fonte: Estação pluviométrica localizada nas coordenadas latitude 27° 35' 00 " e longitude 48 ° 34' 00" - S & A Consult Geologia e Geofísica, 2004

Gráfico 4: Precipitação média mensal local, média mensal de 13 anos.

5.1.2 Nível médio do lençol freático

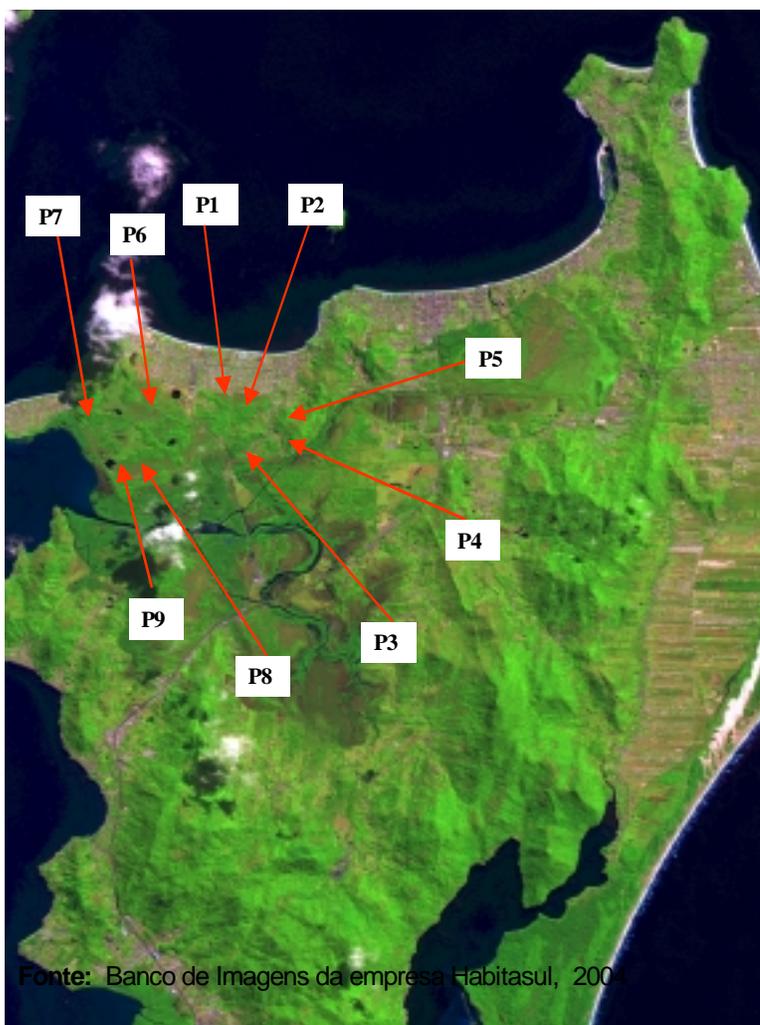
Antes da apresentação dos resultados, vale registrar que a bacia do rio Ratonés, conforme demonstra a imagem do Mapa 4, abaixo, sofre a influência natural das marés sobre o lençol freático, características presentes também em outras regiões sedimentares da Ilha de Santa Catarina.



Fonte: Imagem do satélite Landsat 6/10/2000 - Plano de manejo da Estação Ecológica de Carijós - IBAMA, 2001

Mapa 4: Imagem de delimitação dos níveis do lençol freático e das entradas de marés sobre a planície costeira da bacia do rio Ratonés - o padrão de resposta mais escura da imagem delimitada em amarelo mostra os altos níveis do lençol freático e das entradas de marés sobre a planície costeira.

O Mapa 5, a seguir, mostra a distribuição dos nove pontos (piezômetros) monitorados do lençol freático localizados numa área de 6 km², na bacia do rio Ratoes, em áreas do empreendimento Jurerê Internacional, cujos dados foram utilizados para análise do comportamento do lençol freático.



Monitoramento dispostos conforme figura - 9 pontos

Localização do Pontos:

P1: Lado esquerdo – Quadra 17 – Rua dos Bonitos esquina Av. dos Dourados (no poste do meio)

P2: Rua dos Sapopemas – em frente a praça;

P3: Próximo ao posto de gasolina - 2º trevo de acesso;

P4: Trilha em frente ao escritório da empresa;

P5: 500 metros do P4 na mesma linha;

P6: SC 400 em direção à Daniela, na curva à esquerda em frente ao coqueiro;

P7: Na frente da placa do poeta Zininho, à direita da SC 400 em direção à Jurerê. Entrar para dentro +- 5 metros;

P8: Trilha à 240 metros da lagoa, onde já foi perfurado um poço;

P9: 300 metros da lagoa da Daniela.

Fonte: Banco de imagens da empresa Habitasul, 2004

Mapa 5: Distribuição dos pontos de monitoramento do lençol freático.

A Figura 1 mostra o aspecto de um ponto de monitoramento do lençol freático (ponto P 01).



Fonte: Banco de Imagens da empresa Habitasul, 2004

Figura 1: Aspecto dos pontos de monitoramento do lençol freático – ponto P 01.

A Tabela 4, a seguir, apresenta as datas e as respectivas leituras do nível do lençol freático em cada um dos nove piezômetros, sendo que na última coluna é apresentado o nível médio, por data.

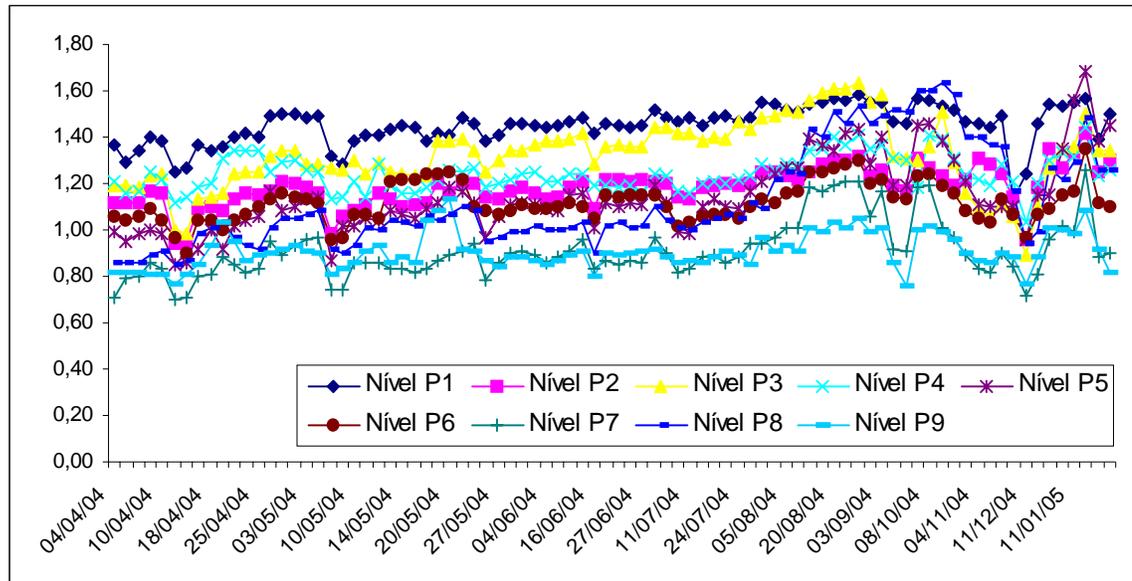
Tabela 4: Níveis diários do lençol freático, do período de 04/04/2004 a 02/02/2005, em metros nos pontos de monitoramento P 01 a P 09 e a média das leituras por data.

Data	Hora	Nível P1	Nível P2	Nível P3	Nível P4	Nível P5	Nível P6	Nível P7	Nível P8	Nível P9	Média Diária
04/04/04	08:00 - 08:50	1,37	1,12	1,19	1,21	0,99	1,06	0,71	0,86	0,82	1,04
05/04/04	16:30 - 17:15	1,29	1,12	1,19	1,16	0,95	1,04	0,79	0,86	0,82	1,02
06/04/04	15:55 - 16:40	1,34	1,12	1,18	1,17	0,98	1,06	0,80	0,86	0,82	1,04
09/04/04	11:25 - 12:00	1,40	1,17	1,23	1,25	1,00	1,09	0,86	0,89	0,81	1,08
10/04/04	10:50 - 11:35	1,38	1,16	1,24	1,22	0,98	1,04	0,83	0,91	0,81	1,06
13/04/04	18:12 - 17:56	1,25	0,94	1,00	1,12	0,85	0,97	0,70	0,85	0,77	0,94
14/04/04	17:00 - 17:45	1,27	0,95	0,98	1,14	0,86	0,90	0,71	0,87	0,81	0,94
17/04/04	10:35 - 11:35	1,37	1,09	1,13	1,18	0,92	1,04	0,80	0,98	0,85	1,04
18/04/04	09:05 - 10:35	1,34	1,10	1,14	1,20	1,00	1,04	0,81	1,01	0,93	1,06
21/04/04	10:05 - 10:45	1,36	1,08	1,16	1,31	0,92	1,00	0,88	1,03	1,03	1,09
23/04/04	16:50 - 17:30	1,40	1,13	1,24	1,34	1,02	1,04	0,85	0,97	0,95	1,10
24/04/04	11:30 - 13:25	1,42	1,16	1,25	1,34	1,04	1,07	0,82	0,93	0,87	1,10
25/04/04	08:50 - 09:40	1,40	1,15	1,25	1,34	1,06	1,10	0,83	0,92	0,89	1,10
30/04/04	08:50 - 09:41	1,49	1,17	1,32	1,25	1,17	1,13	0,95	1,01	0,90	1,15
01/05/04	15:02 - 15:40	1,50	1,21	1,34	1,29	1,08	1,16	0,89	1,05	0,92	1,16
02/05/04	16:02 - 16:40	1,50	1,20	1,34	1,30	1,10	1,14	0,93	1,05	0,93	1,17
03/05/04	16:40 - 17:18	1,48	1,18	1,28	1,26	1,13	1,13	0,96	1,07	0,91	1,16
04/05/04	17:00 - 17:40	1,49	1,16	1,28	1,25	1,14	1,12	0,97	1,08	0,90	1,15
07/05/04	16:40 - 17:12	1,32	0,98	1,27	1,13	0,87	0,96	0,74	0,92	0,81	1,00
08/05/04	09:10 - 10:20	1,28	1,06	1,26	1,14	1,02	0,97	0,74	0,90	0,83	1,02
10/05/04	16:36 - 17:25	1,38	1,08	1,30	1,21	1,02	1,07	0,86	0,93	0,86	1,08
11/05/04	15:38 - 16:20	1,41	1,11	1,24	1,14	1,05	1,07	0,86	1,01	0,91	1,09
12/05/04	17:00 - 17:39	1,41	1,16	1,29	1,28	1,04	1,05	0,86	1,00	0,93	1,11
13/05/04	15:57 - 16:32	1,43	1,13	1,25	1,19	1,08	1,21	0,83	1,04	0,86	1,11
14/05/04	17:05 - 18:00	1,45	1,10	1,24	1,16	1,07	1,22	0,83	1,03	0,88	1,11
16/05/04	08:40 - 09:50	1,44	1,11	1,23	1,16	1,05	1,22	0,82	1,02	0,86	1,10
17/05/04	16:30 - 17:50	1,38	1,12	1,23	1,18	1,09	1,24	0,83	1,06	1,04	1,13
19/05/04	17:25 - 18:15	1,42	1,20	1,38	1,22	1,12	1,24	0,87	1,04	1,08	1,17
20/05/04	17:30 - 18:17	1,41	1,16	1,38	1,26	1,18	1,25	0,89	1,07	1,13	1,19
21/05/04	17:25 - 21:25	1,48	1,21	1,39	1,25	1,17	1,22	0,91	1,10	0,92	1,18
22/05/04	09:50 - 10:35	1,46	1,20	1,34	1,27	1,12	1,10	0,94	1,08	0,91	1,16
24/05/04	17:25 - 18:15	1,38	1,14	1,25	1,18	0,97	1,08	0,78	0,95	0,87	1,07
27/05/04	16:05 - 17:05	1,41	1,13	1,30	1,20	1,06	1,07	0,86	0,97	0,84	1,09
30/05/04	110:45 - 11:35	1,46	1,17	1,34	1,22	1,11	1,08	0,90	0,99	0,88	1,13
31/05/04	117:05 - 19:30	1,46	1,18	1,34	1,24	1,12	1,11	0,91	0,99	0,88	1,14
01/06/04	16:45 - 17:30	1,45	1,16	1,37	1,25	1,11	1,09	0,89	1,02	0,87	1,13
04/06/04	17:20 - 18:03	1,44	1,13	1,38	1,21	1,09	1,09	0,86	1,00	0,85	1,12
05/06/04	10:20 - 11:20	1,45	1,14	1,38	1,21	1,08	1,10	0,88	1,00	0,87	1,12
07/06/04	17:35 - 18:17	1,47	1,18	1,39	1,24	1,15	1,12	0,91	1,01	0,89	1,15

Data	Hora	Nível P1	Nível P2	Nível P3	Nível P4	Nível P5	Nível P6	Nível P7	Nível P8	Nível P9	Média Diária
01/07/04	15:15 - 15:46	1,52	1,21	1,44	1,24	1,19	1,15	0,97	1,10	0,92	1,19
07/07/04	16:34 - 17:10	1,48	1,20	1,44	1,23	1,12	1,10	0,90	1,04	0,88	1,15
08/07/04	14:28 - 15:01	1,47	1,14	1,42	1,17	0,99	1,02	0,82	1,01	0,86	1,10
11/07/04	16:28 - 17:07	1,48	1,13	1,42	1,16	0,98	1,03	0,83	1,00	0,87	1,10
12/07/04	16:54 - 17:19	1,45	1,18	1,38	1,20	1,10	1,06	0,88	1,03	0,86	1,13
13/07/04	15:47 - 16:16	1,48	1,19	1,40	1,21	1,13	1,07	0,89	1,05	0,88	1,14
20/07/04	16:50 - 17:35	1,49	1,20	1,39	1,20	1,10	1,07	0,86	1,07	0,91	1,14
24/07/04	09:50 - 10:35	1,47	1,19	1,47	1,22	1,09	1,05	0,88	1,05	0,89	1,15
26/07/04	14:19 - 15:16	1,48	1,20	1,43	1,23	1,17	1,10	0,94	1,12	0,85	1,17
31/07/04	11:00 - 11:45	1,55	1,25	1,48	1,28	1,21	1,13	0,94	1,09	0,97	1,21
02/08/04	17:00 - 18:02	1,54	1,25	1,49	1,26	1,24	1,12	0,97	1,22	0,91	1,22
05/08/04	15:15 - 15:45	1,52	1,23	1,52	1,28	1,27	1,16	1,01	1,25	0,93	1,24
08/08/04	15:18 - 15:45	1,51	1,22	1,51	1,28	1,27	1,17	1,01	1,24	0,91	1,24
11/08/04	17:05 - 18:07	1,54	1,25	1,56	1,34	1,39	1,25	1,18	1,43	1,01	1,33
15/08/04	11:05 - 11:40	1,55	1,28	1,59	1,35	1,37	1,25	1,17	1,40	0,99	1,33
20/08/04	18:10 - 18:45	1,57	1,30	1,61	1,40	1,34	1,27	1,19	1,51	1,03	1,36
24/08/04	16:05 - 16:39	1,56	1,30	1,61	1,37	1,42	1,28	1,21	1,46	1,01	1,36
25/08/04	11:31 - 12:05	1,58	1,32	1,63	1,41	1,43	1,30	1,21	1,53	1,05	1,38
29/08/04	14:28 - 15:14	1,55	1,23	1,55	1,35	1,28	1,20	1,06	1,46	0,99	1,30
03/09/04	17:04 - 17:35	1,55	1,26	1,58	1,37	1,40	1,22	1,17	1,49	1,01	1,34
24/09/04	17:18 - 17:52	1,47	1,19	1,32	1,31	1,19	1,14	0,92	1,52	0,86	1,21
26/09/04	15:18 - 15:50	1,46	1,17	1,31	1,30	1,19	1,13	0,91	1,51	0,76	1,19
07/10/04	16:30 - 17:30	1,57	1,31	1,30	1,18	1,45	1,23	1,18	1,60	1,00	1,31
08/10/04	17:39 - 18:32	1,56	1,27	1,36	1,41	1,46	1,24	1,19	1,60	1,02	1,35
15/10/04	16:50 - 17:27	1,53	1,23	1,51	1,39	1,38	1,19	1,01	1,63	0,99	1,32
20/10/04	17:39 - 18:34	1,52	1,19	1,29	1,31	1,30	1,16	0,97	1,58	0,96	1,25
29/10/04	15:50 - 16:29	1,47	1,22	1,16	1,23	1,21	1,08	0,89	1,40	0,90	1,17
04/11/04	16:36 - 17:08	1,46	1,31	1,09	1,22	1,11	1,05	0,83	1,40	0,87	1,15
11/11/04	18:10 - 18:44	1,44	1,28	1,06	1,19	1,10	1,03	0,82	1,37	0,86	1,13
22/11/04	17:13 - 18:02	1,49	1,24	1,11	1,28	1,10	1,13	0,90	1,36	0,90	1,17
30/11/04	17:49 - 18:50	1,13	1,14	1,06	1,21	1,10	1,07	0,84	1,17	0,88	1,07
11/12/04	14:47 - 15:19	1,24	0,96	0,89	1,03	0,96	0,97	0,72	0,94	0,77	0,94
19/12/04	13:13 - 13:53	1,46	1,18	1,10	1,20	1,15	1,07	0,81	0,99	0,88	1,09
04/01/05	18:30 - 19:45	1,54	1,35	1,27	1,30	1,15	1,09	0,96	1,27	1,01	1,22
08/01/05	14:34 - 15:33	1,53	1,27	1,35	1,33	1,35	1,15	1,02	1,22	1,00	1,25
11/01/05	17:35 - 18:20	1,55	1,33	1,36	1,32	1,56	1,17	0,99	1,29	0,98	1,28
23/01/05	15:07 - 15:59	1,57	1,42	1,50	1,44	1,68	1,35	1,26	1,48	1,08	1,42
26/01/05	18:18 - 19:15	1,39	1,25	1,34	1,23	1,38	1,12	0,88	1,26	0,92	1,20
02/02/05	17:42 - 18:32	1,50	1,30	1,34	1,26	1,45	1,10	0,90	1,26	0,82	1,21

Fonte: Estação de tratamento de água de Jurerê Internacional - Monitoramento do lençol freático, 2005.

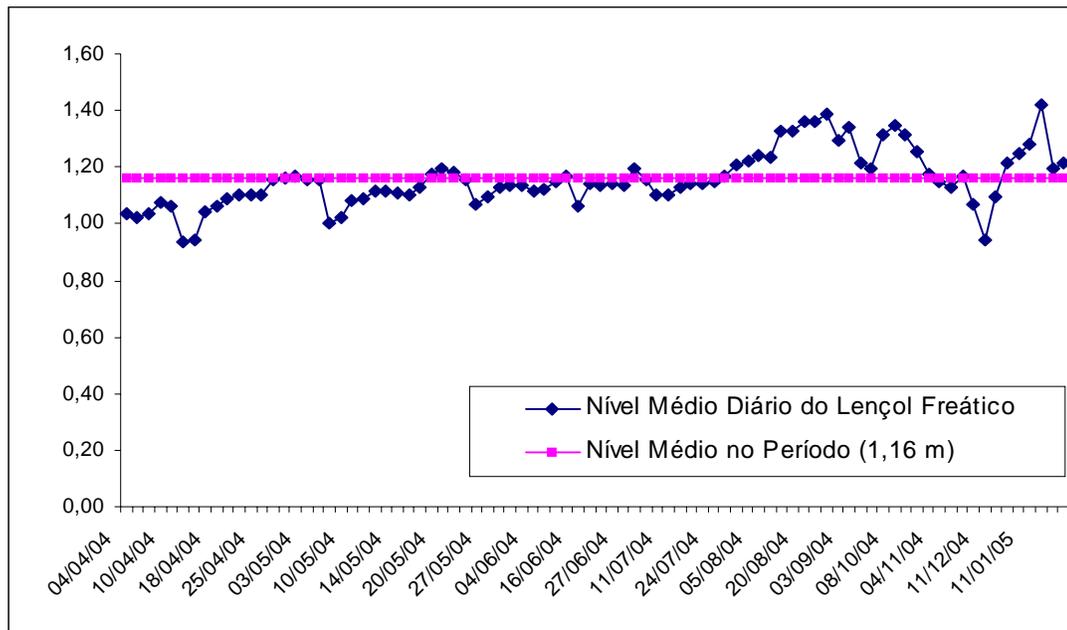
Utilizando-se dados da Tabela 4, estão representadas as curvas resultantes dos níveis diários do lençol freático em cada um dos nove piezômetros, no período de 04/04/2004 a 02/02/2005, conforme Gráfico 5 abaixo.



Fonte: Estação de Tratamento de Água de Jurerê Internacional – Monitoramento do lençol freático, 2005.

Gráfico 5: Curvas dos níveis do lençol freático por dia nos nove piezômetros de Monitoramento, no período de 04/04/2004 a 02/02/2005.

Por fim, o resultado do monitoramento do lençol freático está demonstrado através do Gráfico 6, que apresenta as curvas do nível médio diário do lençol freático, obtido através da média das leituras diárias nos nove piezômetros, e a curva do nível médio, ao longo do período de 04/04/2004 a 02/02/2005, cujo resultado foi igual a 1,16 metro. Ou seja, considerando-se a cota do terreno como o ponto de origem (0,0), a média de profundidade do lençol freático no período em relação à superfície do solo foi de 1,16 metros.



Fonte: Estação de Tratamento de Água de Jurerê Internacional – Monitoramento do lençol freático, 2005.

Gráfico 6: Curva resultante da média dos níveis diários do lençol freático nos nove piezômetros de monitoramento e curva do nível médio no período de 04/04/2004 a 02/02/2005.

5.2 Resultados da análise das leis e normas de disposição de efluentes tratados aplicadas na Ilha de Santa Catarina

A pesquisa revelou que para aprovação de projetos de edificações ou atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental localizados na Ilha de Santa Catarina, é necessária análise dos respectivos projetos na divisão de Vigilância Sanitária Municipal de Florianópolis no que tange aos projetos hidro-sanitários de tratamento de esgotos de edificações ou na Fundação

do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA), obedecendo-se a legislação ambiental pertinente e as normas internas desta Fundação, de acordo com a classificação da atividade quanto a sua potencialidade de causar degradação ambiental, do porte e volume de esgotos gerados.

Em alguns casos, essa análise também deve ser realizada pelo órgão federal o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), quando a área a ser implantada a atividade estiver localizada sobre uma área protegida por legislação federal como, por exemplo, áreas com vegetação nativa.

Especificamente para a análise de projetos, cujas atividades geram esgotos, existem algumas rotinas e normas de aprovação, baseadas nas legislações ambientais, municipal e estadual, que devem ser seguidas por projetistas e profissionais interessados na aprovação de seus projetos. Vale registrar que existem também algumas rotinas que podem ser classificadas como um “acordo de cavaleiros” entre os órgãos ambientais, não descritas em nenhuma norma ou lei, mas que visam principalmente a otimizar as ações, estruturas e pessoal técnico no atendimento das demandas de análises de projetos geradores de algum tipo de impacto ambiental. Esse acordo ocorre em função dos vários temas onde as legislações municipal, estadual e federal se sobrepõem.

Os resultados apresentados a seguir referem-se á análise das normas e leis citadas no capítulo 2 - Fundamentação Teórica, por serem as usualmente aplicadas pelos órgãos ambientais na Ilha de Santa Catarina, até a data desta pesquisa, ou por sua importância no contexto da pesquisa, como a Lei Federal nº 9.433/97, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos.

5.2.1 Lei Federal nº 9.433/97

A Lei nº 9.433/97 determina que, entre as competências das agências de águas (Federal e Estaduais) está a de propor “o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso”. Cabe aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos o enquadramento proposto; já a classificação dos corpos hídricos é de responsabilidade dos órgãos estaduais de meio ambiente.

Segundo Machado (2004), os usos pretendidos dos cursos d’água devem ser discutidos e apontados no Plano de Recursos Hídricos. Esse Plano dirá que para tal segmento de corpo de água, tributário, sub-bacia e/ou bacia hidrográfica, pretende-se o enquadramento numa determinada classe. Anteriormente ao enquadramento, o Plano deverá apresentar levantamentos e amostragens da situação da água em questão, levantamento dos efluentes ou dos lançamentos existentes ou potenciais, pois “os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o seu enquadramento” (art.23 da Resolução CONAMA 20/86).

5.2.2 Leis e Normas do Estado de Santa Catarina quanto à disposição dos efluentes líquidos na Ilha de Santa Catarina

a) Quanto à obrigatoriedade de tratamento dos esgotos

O artigo 10º do Decreto nº 14.250/81 (ANEXO F) afirma que “toda empresa deverá tratar seus esgotos quando não existir sistema público de coleta,

transporte, tratamento e disposição final de esgoto”, ou seja, esse artigo aplica-se a empresas e/ou edificações multifamiliares por elas construídas geradoras de esgotos.

b) Quanto à classificação das atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental

A Portaria Intersectorial nº 1/2, publicada em 16 de junho de 2000, pela FATMA, detalhada no ANEXO B, aprova a listagem de classificação das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental, cuja classificação é baseada em vários parâmetros da atividade, tais como área útil, número de empregados, produção mensal, volume coletado, vazão, etc. Através do dimensionamento dos parâmetros citados na Portaria, classifica-se o Potencial Poluidor/Degradador da atividade, que pode variar de: Pequeno, Médio ou Grande, analisando este potencial de poluição sobre o ar, a água e solo.

Em resumo, todas as atividades empresariais devem submeter-se a essa Portaria visando à classificação quanto ao seu potencial poluidor. Conhecido este potencial, a legislação ambiental, através do Decreto Lei nº 14.250/81, determina os parâmetros mínimos de tratamento para emissão dos resíduos produzidos para cada atividade.

c) Quanto à classificação dos cursos d'água da ilha e disposição dos esgotos após tratados

Em se tratando especificamente da emissão de efluentes líquidos, a Subseção I do Decreto nº 14.250/81 classifica, segundo seus usos preponderantes, as águas interiores do Estado de Santa Catarina em classes na ordem de 1 a 4.

O artigo 5º do Decreto descreve para a classe 1 que “os corpos de água desta classe são destinados ao abastecimento público sem tratamento prévio ou com simples desinfecção”. Já na Subseção III, o artigo 11º diz que “nas águas de classe 1, não serão tolerados lançamento de efluentes, mesmo tratados”.

A Portaria Estadual nº 024/79 (ANEXO G), que enquadra nas classes os rios do Estado de Santa Catarina determina que “todos os cursos d'água da Ilha de Santa Catarina, exceto o rio Tavares a jusante de sua cota 2, são enquadrados como Classe 1”.

Como resultado da análise dos parágrafos anteriores, é proibido o lançamento de efluentes, mesmo tratados, em todos os cursos d' água da Ilha de Santa Catarina, com exceção do rio Tavares a jusante de sua cota 2, trecho não classificado como classe 1 pela Portaria nº 024/79.

5.2.3 Leis e Normas do Município quanto à disposição dos efluentes líquidos na Ilha de Santa Catarina

a) Quanto à obrigatoriedade de tratamento dos esgotos

Conforme descrito anteriormente, a Normativa Interna nº 001/2003 da vigilância sanitária municipal de Florianópolis (ANEXO D) regulamenta a análise de projetos de edificações, Uni e Multifamiliares na Capital e tem divididas suas instruções de acordo com a localização do empreendimento a ser implantado, ou seja, se o mesmo é ou não atendido por rede de coleta pública de coleta de esgotos.

Essa normativa exige o tratamento dos esgotos nas regiões não atendidas por rede pública de coleta, remetendo os projetistas a seguirem a Norma Técnica Brasileira - NBR nº 13.969/97, para dimensionamento do sistema complementar de tratamento dos efluentes de fossas sépticas. Foi constatada como prática usual a adoção de sistemas de valas de infiltração, descritos na NBR, como tratamento complementar dos efluentes das fossas sépticas nos projetos hidro-sanitários de edificações unifamiliares. Em alguns casos, principalmente em edificações de uso multifamiliar, incluindo-se hotéis e pousadas, constatou-se a adoção de sistemas de aeração prolongada ou sistemas de “zona de raízes”.

No seu item 17, a Normativa nº 001 reconhece os projetos anteriormente aprovados na FATMA ou no Departamento Autônomo de Saúde Pública (DASP) como já aprovados, não necessitando, portanto, nova aprovação no município.

b) Quanto à disposição dos efluentes tratados

A Lei Municipal nº 77/96, de 06 de março de 1996 (ANEXO C), em seu artigo 1º, proíbe o lançamento de efluentes de qualquer espécie na rede de drenagem pluvial na área de abrangência do Plano diretor dos Balneários, não citando, porém, o tratamento a ser dado para outras áreas da Ilha, que não estejam nos limites da área de abrangência da Lei Municipal nº 2.193/85 (Plano Direto dos Balneários) e que também ainda não sejam atendidas por rede de coleta.

No entanto, esse artigo, em seu parágrafo 1º, admite o lançamento de efluentes na rede pluvial de drenagem, desde que alguns padrões, como a remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de no mínimo 90%, sejam cumpridos, entre outras três exigências.

5.3 Considerações

Os resultados apresentaram pontos de divergências e conflitos existentes entre os textos das leis e normas do município em relação às leis e normas de origem estadual, quando estas são aplicadas na Ilha, bem como em relação à efetividade de suas aplicações considerando-se as características naturais sedimentares do solo e níveis freáticos das regiões da Ilha não atendidas por rede de coleta de esgotos.

Conforme exposto, a Portaria Estadual nº 024/79 classifica todos os cursos d'água da Ilha de Santa Catarina como classe 1 (com exceção do rio Tavares a jusante de sua cota 2). Considerando o estabelecido no artigo 11º do Decreto Lei

Estadual nº 14.250/81, “nas águas de classe 1, não serão tolerados lançamento de efluentes, mesmo tratados”, tem-se então que é proibido o lançamento de efluentes, mesmo tratados, em todos os cursos d’ água da Ilha de Santa Catarina, com uma única ressalva citada em relação ao rio Tavares.

No entanto, diferentemente da legislação Estadual, a Lei Municipal nº 077/96 permite o lançamento de efluentes sob algumas condições qualitativas de tratamento na rede de drenagem pluvial. Considerando-se que os sistemas de drenagem de águas pluviais da Ilha deságuam nos cursos d’ água ou diretamente no mar, até pelo fato de ser uma Ilha, e sendo os cursos d’água classificados como classe 1, conclui-se que a Lei Municipal nº 077/96 contraria o Decreto Lei Estadual nº 14.250/81, quando permite o lançamento de efluentes, mesmo tratados na rede de drenagem na área do Plano Diretor dos Balneários, sempre que essas redes deságüem em cursos d’ água.

Vale lembrar que a legislação estadual tem supremacia sob a municipal, com exceção dos itens em que esta última é mais restritiva em suas exigências que a anterior, o que não é o caso.

Considerando as divergências entre os textos e o que diz o item 17 da Normativa Municipal nº 001/2003, que reconhece os projetos anteriormente aprovados na FATMA ou no Departamento Autônomo de Saúde Pública (DASP) como projetos já aprovados no município, conclui-se que pode haver diferentes e até conflitantes pareceres quanto ao destino dos efluentes de acordo com o órgão público, estadual ou municipal que o analisar.

Se o projeto foi aprovado na FATMA, sob a ótica da legislação estadual, não será permitido lançar os efluentes, mesmo tratados, nos cursos d’ água da Ilha (com exceção do rio Tavares a jusante da sua cota 2), mas se esse mesmo projeto

for analisado na vigilância sanitária, sob a ótica da Lei Municipal nº 077/96, será permitido o lançamento dos efluentes tratados sob padrões mínimos estabelecidos.

Fundamentando a conclusão do parágrafo anterior, a Portaria Estadual nº 01/02 da FATMA (ANEXO B), em seu item 71.70.00, exige a aprovação na mesma, em todos os projetos de edificações com mais de 20 apartamentos (unidades). Estes projetos de edificações terão, com base na legislação estadual, um parecer final que não permitirá o lançamento de seus efluentes em cursos d' água da Ilha. Essas edificações, depois de implantadas, terão que aplicar soluções de disposição no solo dos efluentes depois de tratados.

Se o projeto a ser analisado tiver apenas 18 apartamentos (inferior a 20 unidades), não será necessária a aprovação na FATMA, deverá ser apresentado para análise e aprovação na vigilância sanitária municipal, respeitando os requisitos da normativa interna nº 001/2003 desse órgão. Neste exemplo, o projeto poderá ter um parecer diferente do órgão estadual (FATMA), e seus efluentes tratados poderão ser lançados nos sistemas de drenagem pluvial, ainda que, em alguns, deságüem em cursos d' água classificados como classe 1, ou seja, um parecer oposto em sua decisão, ao que seria se esse mesmo projeto fosse analisado pela FATMA.

Os resultados apontaram, também, além das divergentes interpretações que as normas e leis citadas permitem que, se consideradas as características naturais de solo e níveis freáticos da Ilha, algumas normas e leis geram dúvidas quanto à efetividade de suas respectivas aplicações.

O primeiro exemplo disto, é a classificação dos cursos d' água da Ilha como classe 1 baseada nos textos citados, o que é no mínimo discutível. Esta afirmação é possível, pois conforme demonstrado no Mapa 4 no início deste capítulo, os cursos d'água da bacia do rio Ratoles estão sob influência das marés.

Considerando-se que a salinidade, devido a essa influência, não é eventual nesses cursos d' água, a prática de classificá-los como classe 1 é discutível, se considerarmos o texto do citado artigo 5º, quando este afirma que essas águas “são destinadas ao abastecimento público sem tratamento prévio ou com simples desinfecção”, o que na prática é impossível tendo em vista a alta salinidade das mesmas.

Outro ponto importante, também considerando-se a aplicação das normas e leis e as características naturais da Ilha, foi o resultado do monitoramento do nível do lençol freático na área de estudo, cujo solo é de origem sedimentar, assim como os solos de várias regiões da Ilha de Santa Catarina não atendidas por rede de coleta de esgotos. O resultado do monitoramento, ao longo de quase 1 ano (período de 04/04/2004 a 02/02/2005), registrou um nível médio de 1,16 metros, em relação à superfície do solo.

Foi observado na análise da Normativa Interna Municipal nº 001/2003, no seu item 5, que a mesma exige a aplicação de sistemas de tratamento através da aplicação de fossas sépticas, seguidas de tratamentos complementares descritos na norma NBR nº 13.969/97, como sistema de tratamento dos esgotos para as edificações localizadas nas áreas não atendidas por rede de coleta de esgotos.

Considerando-se que os sistemas de tratamento complementar usualmente aplicados na Ilha são as valas de infiltração ou sumidouros, e tomando como exemplo as dimensões mínimas construtivas da valas de infiltração, onde, segundo a NBR nº 13.969/97, sua profundidade mínima deve ser de 0,45 m, concluiu-se que a mesma estaria disposta a apenas 0,71 m do nível do lençol no período de monitoramento (onde registrou o nível de 1,16 m), ou seja, a uma distância inferior da mínima recomendada pela NBR que é de 1,50 metros, para a aplicação de valas

de infiltração e sumidouros, distância recomendada para evitar a contaminação do lençol freático.

O nível médio do lençol freático obtido na área de estudo, guardadas as características de macrodrenagem das diferentes regiões da Ilha, pode ser transportado para fins de análise a outras regiões balneárias sobre áreas planas sedimentares da Ilha, tendo em vista a influência das marés sob essas regiões.

Se realizada uma projeção, considerando-se que os elevados níveis freáticos estão presentes, principalmente nos balneários onde se localizam muitas edificações multifamiliares, ou com muitas unidades como os hotéis e pousadas, essas edificações tenderão a ter problemas de funcionamento regular de seus sistemas de tratamento devido às condições de saturação do solo versus o volume de efluentes a ser infiltrado em períodos de picos de contribuição e, que se aliados a períodos chuvosos, será ainda mais crítica a operação dos sistemas.

Finalmente, registre-se que na mídia de Florianópolis, nos últimos anos, é constatada uma grande repercussão em torno de lançamentos clandestinos de efluentes não tratados ou, numa visão técnica, tratados através de sistemas de baixa eficiência e lançados “clandestinamente” nos cursos d’ água da Ilha. Os resultados da pesquisa colaboraram na seguinte dedução: a falta de opções de destino dos efluentes resulta, via de regra, na implantação e utilização de ligações clandestinas à rede de drenagem pluvial, ainda que sejam proibidas pela legislação estadual, porém sem as quais seria impossível a operação dos sistemas de tratamento, tendo em vista os níveis freáticos dos aquíferos, principalmente, nos períodos chuvosos ou sob influência das marés nestas regiões.

6 CONCLUSÕES

Como resultados obtidos, conclui-se, através da análise das leis e normas que os projetos a serem implantados na Ilha de Santa Catarina podem ter diferentes e até divergentes pareceres quanto ao destino final dos efluentes tratados, dependendo se analisados pela Vigilância Sanitária Municipal ou pela FATMA. Isto ocorre devido aos conflitos existentes entre os textos das leis e normas municipais e estaduais.

Conclui-se também que, se cumpridas à risca, as leis e normas analisadas não oferecem margem para elaboração e aprovação de projetos que ofereçam um destino legal do ponto de vista jurídico e/ou adequado e eficiente do ponto de vista técnico aos efluentes depois de tratados na Ilha. Considerando-se os resultados obtidos, conclui-se que as aplicações das alternativas descritas na NBR nº 13.969/97, recomendados pelo órgão municipal para tratamento complementar e disposição final dos efluentes do tanque séptico, são inadequadas quanto a sua aplicação na Ilha de Santa Catarina frente às imposições legais descritas na legislação estadual, ou tecnicamente, se consideradas as características naturais de geologia, pluviometria e nível dinâmico do lençol freático.

Por fim, recomenda-se a revisão das leis e normas municipais e estaduais, bem como do plano diretor da Ilha de Santa Catarina, tendo como prerrogativa principal, a real capacidade de suporte das futuras urbanizações, seja do ponto de vista da infraestrutura básica necessária para atendimento das futuras demandas, seja do ponto de vista ambiental quanto à disponibilidade e preservação dos recursos naturais básicos, tais como a água.

REFERÊNCIAS

AMIRI, F. **Effects of Traditional Sewage Disposal on Urban Groundwater Chemistry Beneath the City of Tehran, Iran.** Germany: Institute for Water Chemistry. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969:** Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BARROS, R. T. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios.** 3. ed. Minas Gerais: UFMG, 1995.

BIGARELLA, J. J. **Origem das paisagens tropicais e subtropicais.** Florianópolis: UFSC, 1994.

BORGES, F. S. **Características hidroquímicas do aquífero freático do balneário campeche, ilha de Santa Catarina.** 1996. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BRASIL. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: dez. 2004.

CAMPOS, J. C. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** São Carlos: PROSAB, 1999.

CARUSO, F. J. **Mapa geológico da ilha de Santa Catarina.** Rio Grande do Sul. UFGS, 1993.

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Diretoria de Expansão – Regional Florianópolis - Junho, 2004. Disponível em: <<http://www.casan.com.br>>. Acesso em: jan. 2005.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 020, de 18 de junho de 1986**. Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/020-86.htm>>. Acesso em: dez. 2004.

CRESPO, P. G . Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte: UFMG, 1997.

DUARTE, G. M. **Estratigrafia e evolução do quartenário do plano costeiro norte da ilha de Santa Catarina**.1981. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina – CLIMERH. Banco de Dados. Florianópolis. 2003.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/default/default.asp>> . Acesso em: dez. 2004.

FIDÉLIS, N. L. **Uma abordagem sobre as profundas modificações na morfometria fluvial da bacia hidrográfica do Rio Ratoes - Florianópolis/SC**. 1998. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina. 1998.

FREITAS, V. P. **A Constituição Federal e a efetividade das normas ambientais**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000.

GARCIA NETTO, L. R. **Diagnóstico do ambiente urbano: norte da Ilha de Santa Catarina**. 1996. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GOLÇALVES, F. B. **Disposição oceânica de esgotos sanitários: história, teoria e prática**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

GUEDES JR. A. **Mapeamento hidrogeológico da ilha de Santa Catarina utilizando geoprocessamento**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HERMANN, M. L. et al. **Aspectos ambientais dos entornos da porção sul da lagoa da conceição**. GEOSUL. Florianópolis: UFSC, 1986.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico – Resultados do Universo, 2000. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004.

IMNHOFF, K. K. **Manual de tratamento de águas residuárias**. São Paulo: Edgard Blucher, 1985.

IPIUF - Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis. **Mapeamento Temático do Município de Florianópolis**: geologia, geomorfologia, solos e vegetação. síntese temática. 1991.

JORDÃO, E. P. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 681 p.

KLEIN, R. M. **Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí**. SELLOWIA: Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues, 1979.

LEWIS, W. J. **O Risco de poluição do lençol freático por sistemas de disposição local de esgotos**: uma visão geral da literatura técnica. Brasília: MDU, 1996.

MACHADO P. A. LEME. **Direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 2004.

MANOEL FILHO, J. **Hidrologia conceitos e aplicações**. Serviço Geológico do Brasil. Fortaleza, 1997.

PAGANINI, W.S. **Disposição de esgotos no solo**. São Paulo: Fundo Editorial AESABESP, 1997.

PAUL, J.H. **Occurrence of Fecal Indicator Bactéria in Surface Waters and the Subsurface Aquifer in Key Largo, Florida**. Florida: Environmental Microbiology. 1995.

ROVERE, E. L. **Manual de auditoria ambiental de estações de tratamento de esgotos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

SANTA CATARINA. **Coletânea da Legislação Ambiental do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: FATMA, 1997.

_____. Decreto Lei Estadual nº 14.250, de 5 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei n.º 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental. **Diário Oficial do Estado**. Florianópolis, 09, jun. 1981.

_____. Lei nº 5.793 de 15 de outubro de 1980. Dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, nº 11.587, de 22 out. 1980.

_____. Secretaria Municipal de Saúde. **Normativa Interna n.º 001/2003**. Normatiza os Procedimentos para a Análise de Projetos. Estabelece a padronização de procedimento do Setor de Análise de Projeto. Florianópolis.

SILVA, V. C. **Estudo das condições de saneamento do balneário de canasvieiras visando ao gerenciamento ambiental**. 2000. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

S&A CONSULT. Geologia e Geofísica. **Avaliação Hidrogeológica dos Aqüíferos Fraturado e Granular nas Áreas de Jurerê Internacional e Vargem Pequena**. Banco de Dados, 2004.

ANEXOS

ANEXO A - Lei Estadual, nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, que dispõe sobre à
Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental e da Outras
Providências.

ANEXO B - Intersetorial nº 01/02, publicada em 16 de junho de 2000, aprova a listagem de classificação das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental.

ANEXO C - Decreto Municipal de Florianópolis nº 077/96, de 6 de março de 1996 –
Regulamenta a Emissão de Efluentes na Rede Pluvial do Município de
Florianópolis e dá Outras Providências.

ANEXO D - Normativa Interna nº 001/2003, de 2 de Janeiro de 2003, da Prefeitura Municipal de Florianópolis, da Divisão de Vigilância Sanitária – Setor de Análise de Projetos da Secretaria Municipal de Saúde, para análise de projetos de destino de efluentes de construção unifamiliar, multifamiliar e comercial.

ANEXO E - Mapa das regiões atendidas por rede de coleta de esgotos de Florianópolis.

ANEXO F - Decreto Lei Estadual nº 14.250, de 5 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 outubro de 1980.

ANEXO G - Mapa de localização dos piezômetros de monitoramento do lençol freático.

ANEXO H - Portaria Estadual nº 024, de 19 de setembro de 1977, enquadra os cursos d'água do Estado de Santa Catarina, na classificação estabelecida pela Portaria GM nº 0013, de 15.01.76, do Ministério do Interior e atribui a Fundação do Meio Ambiente – FATMA a fiscalização da aplicação do disposto na presente Portaria, respeitada a legislação federal, pertinente, em especial o Decreto Lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975, e sua regulamentação pelo Decreto nº 76.389, de 03 de outubro de 1975.

ANEXO I - Mapa Geológico do Quaternário Costeiro do Estado de Santa Catarina.