

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

SISTEMA Aqüífero SEDIMENTAR FREÁTICO INGLESES - SASFI
Depósitos costeiros que te mantêm...
Ocupação que te degrada!

Eliane de Fátima Ferreira do Amaral Westarb

**Área de concentração: UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS
RECURSOS NATURAIS**
Orientadora: Prof^ª Dra. Gerusa Maria Duarte

Florianópolis, SC – Julho de 2004

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus por me conceder o espírito da busca do conhecimento com o compromisso maior de compartilhar com a comunidade inserida na escola pública.

O meu reconhecimento, respeito e admiração à orientadora, Gerusa Maria Duarte, por me conduzir à área dos Recursos Hídricos e, sobretudo, a busca do conhecimento das águas subterrâneas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia que nos conduzem às reflexões, amadurecendo as idéias que nascem tortas em meio às dúvidas do saber incipiente.

Aos amigos e amigas que nos ajudam a levar adiante o intento naqueles momentos difíceis de solidão e dúvidas sobre os caminhos a tomar.

Aos amigos Dalcino Spanhol, Marilene Carmina e Tânia M. Ferreira pela boa vontade em ajudar na coleta de dados de chuva.

Aos amigos Joaquim Cruz e Olga Cruz, pesquisadores dos dados climatológicos em Ingleses do Rio Vermelho docemente disponibilizados para esta pesquisa.

A amiga Tânia M. Ferreira pela maneira fraternal de me aconselhar em questões pessoais, profissionais além de disponibilizar material que muito contribuíram para a realização desta dissertação.

Ao amigo Edson, pela competência na edição dos mapas e figuras desta dissertação.

A CAPES pela bolsa de mestrado que recebi durante o Programa de Pós-Graduação.

Dedico este trabalho ao meu companheiro Joel pelo estímulo e cumplicidade no trabalho de campo, nas noites de estudo, nas horas de angústia para desatar os “nós” encontrados ao longo do trabalho e, na alegria das pequenas conquistas.

SUMÁRIO

LISTA DE ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

1 – INTRODUÇÃO	01
2 – OBJETIVOS	03
2.1 Geral	03
2.2 Específicos	03
3- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	04
3.1 Localização e acesso	04
3.2 As transformações sócio-espaciais e o uso das águas subterrâneas.	04
3.3 Características geológicas, geomorfológicas e topográficas.	09
3.4 A Hidrogeologia e a hidrologia superficial	10
3.5 Os solos	14
3.6 Climatologia	15
4 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
4.1 Levantamento geral de dados	17
4.2 Pesquisa de campo	19
4.3 Atividades de laboratório	20
4.4 Fase de tratamento de dados	21
5 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
5.1 Revisão Bibliográfica	23
5.2 Conceitos e Fundamentos Geológicos, Hidrogeológicos e Climáticos	27
5.2.1 Aquíferos Costeiros	28
5.2.2 Recarga	31
5.2.3 Balanço hídrico	32
5.2.3.1 Precipitação Pluviométrica	33
5.2.3.2 Temperatura do ar	34
5.2.3.3 Evapotranspiração	34
5.2.3.4 Infiltração	35
5.3 Inventário de pontos d'água	36
5.3.1 Tipos de obras de captação de água subterrânea	36
5.3.2 Técnicas de Perfuração	37

5.3.2a Percussão	37
5.3.2b Rotativa	37
5.4 Fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas	37
5.4.1 Vulnerabilidade e risco de contaminação dos sistemas aquíferos	39
5.4.2 Transporte de contaminantes, dispersão e atenuação em aquíferos	40
5.5 Sistemas de saneamento “ <i>in situ</i> ” e a carga contaminante potencial	41
6 – RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS LEVANTADOS	44
6.1 Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI -	44
6.1.1 As cotas do embasamento e a bacia de sedimentação em profundidade	46
6.1.2 A morfologia do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI	50
6.1.3 Movimento das águas subterrâneas: a contribuição do embasamento	51
6.1.4 Espessura do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI	54
6.2 Dados climatológicos do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho	54
6.2.1 Considerações sobre índices pluviométricos e recarga natural	54
6.2.2 A precipitação pluvial de Ingleses do Rio Vermelho	56
6.2.3 As temperaturas em Ingleses do Rio Vermelho	57
6.2.4 Balanço Hídrico do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho	59
7.2.4.1 Cálculo da evapotranspiração potencial para o Distrito de Ingleses	59
6.2.5 A recarga natural do SASFI -Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses	62
6.3 As modificações na hidrologia superficial	63
7.3.1 As dunas e as lagoas	66
6.4 A ocupação em Ingleses do Rio Vermelho	68
6.4.1 O registro aerofotográfico da ocupação agrícola em Ingleses do Rio Vermelho até 1978	69
6.4.2 A ocupação urbana do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho	73
6.4.3 A ocupação humana sobre o campo de dunas: “Rua do Siri”	83
6.4.4 A ocupação das áreas próximas aos poços de captação de água para o abastecimento público	87
6.5 Implicações do crescimento da ocupação urbana sobre o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI	92
6.5.1 Tipos de população	92
6.5.2 Projeção de crescimento da população de Ingleses do Rio Vermelho	93
6.5.3 O consumo da água da população permanente e temporária	94

6.5.4 A recarga induzida ao Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI –	97
6.5.5 Esgotos domésticos	98
6.5.5a Características dos esgotos domésticos	99
6.5.5b Disposição dos esgotos domésticos	99
6.5.5c Sistemas de saneamento " <i>in situ</i> " : a pesquisa em Ingleses do Rio Vermelho	102
6.5.5d Manutenção dos sistemas sépticos	107
6.5.5e Enfermidades transmitidas por águas subterrâneas contaminadas por sistemas de saneamento " <i>in situ</i> "	108
6.5.5f Os sistemas de saneamento " <i>in situ</i> " : a carga potencial de contaminante nitrato em Ingleses do Rio Vermelho	110
6.6 A pesquisa sobre a captação de água subterrânea pela população	114
6.6.1 Tipos de obras de captação de água subterrânea	115
6.6.2 Tabulação e análise dos dados coletados	119
6.6.2a Subárea Sítio do Capivari	120
6.6.2b Subárea Ingleses Centro	121
6.6.2c Subárea Gaivotas	123
6.6.2d Subárea do Santinho	126
6.6.3 Ponteiras e/ou poços sobre as cotas do embasamento do SASFI	128
6.6.4 Os níveis de obtenção de água subterrânea nas subáreas do Sítio do Capivari, Gaivotas, Ingleses Centro e Santinho	128
6.6.5 Distribuição das ponteiras e poços sobre os depósitos sedimentares das subáreas	133
6.7 A importância das águas subterrâneas para a abastecimento em Ingleses do Rio vermelho	136
6.7.1 Tipos de uso	137
7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	139
8 – BIBLIOGRAFIA	145
9 – ANEXOS	154
Anexo 01- Questionário	
Anexo 02 - Pluviometria (mm/mês)	
Anexo 03 - Temperatura Máximas e Mínimas (°C)	

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Distrito de Ingleses do Rio Vermelho – População: número absoluto e percentual de crescimento	07
Tabela 02 - Evolução do número de ligações elétricas no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho	78
Tabela 03 - Estimativa do número de população permanente e temporária em residências de 1994 a 2002	93
Tabela 04 - Estimativa do consumo de água da população permanente	95
Tabela 05 - Estimativa do consumo de água da população temporária	96
Tabela 06 - Estimativa da carga potencial de contaminação de nitrato pela população permanente no período 1995/2002	112
Tabela 07 - Estimativa da carga potencial de contaminação de nitrato pela população temporária no período 1995/2002	113
Tabela 08 - Estimativa da carga potencial total de contaminação de nitrato no período 1995/2002	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização da Área de Estudo	05
Figura 02 - Subáreas e rede viária	06
Figura 03 - Norte da Praia dos Ingleses e ao fundo, o Morro das Feiticeiras ou a Ponta das Feiticeiras	10
Figura 04 - Ao fundo, leste da Praia dos Ingleses, o Morro dos Ingleses ou Morro do Santinho.	10
Figura 05 - Planície do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho – Centro da planície: cordão de dunas fixas; campo alongado de dunas ativas. No leste da planície, o Morro dos Ingleses ou Morro do Santinho	11
Figura 06 - Hipsometria do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho.	12
Figura 07 - Foz do Rio Capivari, no norte da praia dos Ingleses.	13
Figura 08 - Rio Ingleses atravessando a rua João Nunes Vieira em direção à rodovia SC 401	14
Figura 09 - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI Sub-bacias, segundo Costa et al.,1996	26
Figura 10 - Províncias Hidrogeológicas do Brasil	29
Figura 11 - Aquífero Costeiro	30
Figura 12 - Mapa Geológico do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho	45
Figura 13 - Perfil Geológico de poços profundos – SASFI	47
Figura 14 - Cota do Embasamento do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI	48
Figura 15 - Morfologia do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI	52
Figura 16 - Direção dos fluxos das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI	53
Figura 17 - Espessura do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI	55
Figura 18 - Precipitação Média Anual para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina referente ao período de 1980/2002	57

Figura 19 - Precipitação Média Mensal para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina referente ao período de 1980/2002	57
Figura 20 - Temperatura Média Mensal para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina referente ao período de 1980/2002	58
Figura 21 - Amplitude Térmica Média Mensal para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina referente ao período de 1980/2002	59
Figura 22 - Gráfico representativo da relação Precipitação / Evapotranspiração Real para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina , segundo o sistema Thornthwaite, referente ao período de 1980/2002	61
Figura 23 - Gráfico representativo do excedente hídrico para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, segundo o sistema de Thornthwaite, referente ao período de 1980/2002	61
Figura 24 - Gráfico representativo da relação Precipitação Pluviométrica Versus Excedente Hídrico, para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, segundo o sistema de Thornthwaite, referente ao período de 1980/2002	62
Figura 25 - Esboço ilustrativo da hidrologia superficial existente a partir do nível freático do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses em 1938	65
Figura 26 - Rio Capivari sem o canal do Rio Ingleses. Presença de canais saindo para a praia. Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina. Aerofoto de 1956	66
Figura 27 - Canal do Rio Ingleses desaguando no Rio Capivari. Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina. Aerofoto de 1998	67
Figura 28 - Lagoa no campo de dunas ativas de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina	68
Figura 29 - Ocupação Agrícola de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina em 1938	70
Figura 30 - Ocupação Agrícola de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina em 1956	71

Figura 31 - Ocupação Agrícola de Ingleses do Rio Vermelho , Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina em 1978	72
Figura 32 - Uso do solo em 1994	74
Figura 33 - Uso do solo em 1998	75
Figura 34 - Uso do solo em 2002	76
Figura 35 - Vista geral da Planície de Ingleses revelando o adensamento da ocupação urbana	77
Figura 36 - O avanço da ocupação sobre as dunas fixas no Santinho	77
Figura 37 - Ocupação até o cordão de dunas fixas	78
Figura 38 - Ocupação ao longo do cordão de dunas fixas	78
Figura 39 - Gráfico representativo da evolução do número de ligações elétricas em residências permanentes no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina referentes ao período de 1994 a 2002	80
Figura 40 - Gráfico representativo da evolução do número de ligações elétricas em residências temporárias no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina no período de 1994 a 2002	81
Figura 41 - A ocupação urbana sobre o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses – SASFI - Sistema Geográfico de Informações – SIG	82
Figura 42 - Início da ocupação sobre as dunas ativas	84
Figura 43 - Ocupação sobre as dunas ativas	85
Figura 44 - Adensamento da ocupação sobre as dunas ativas	85
Figura 45 - Na ocupação sobre o campo de dunas ativas Moçambique-Ingleses a locomoção das pessoas é realizada por vielas.	86
Figura 46 - Material usado para conter o avanço da duna sobre a ocupação é lixiviado para o aquífero	87
Figura 47 - Localização dos poços da CASAN	89
Figura 48 - Poço nº 312.2 FNS31 ETA II - Área preservada que circunda o poço de captação de água para abastecimento	91
Figura 49 - Ocupação na base da duna fixa	91

Figura 50 - Ocupação junto ao poço denominado de Oficina	91
Figura 51 - Representação de fossa seca	103
Figura 52 - Representação de fossa negra ou úmida	104
Figura 53 - Funcionamento geral de uma fossa séptica de câmara única	104
Figura 54 - Funcionamento geral de uma fossa séptica com a disposição dos efluentes em sumidouro	105
Figura 55 - Funcionamento geral de uma fossa séptica com a disposição dos efluentes em valas de infiltração	106
Figura 56 - Modelo conceitual do mecanismo de contaminação das águas subterrâneas	109
Figura 57 - Distribuição de poços e ponteiras	116
Figura 58 - Poços e ponteiras sobre a vulnerabilidade do SASFI – Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses	117
Figura 59 - Modelo de ponteira revestida por tubos de alvenaria ou anéis de concreto	118
Figura 60 - Poço revestido em funcionamento – Subárea Santinho	118
Figura 61 - Poços e ponteiras sobre a hipsometria	129
Figura 62 - Poços e ponteiras sobre as cotas do embasamento	131
Figura 63 - Gráfico representativo da profundidade média empregada para obtenção de água subterrânea em cada subárea do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho	132
Figura 64 - Gráfico representativo de níveis de obtenção de água subterrânea segundo as subáreas do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho	134
Figura 65 - Ponteiras e poços sobre os depósitos sedimentares	135

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Coluna Estratigráfica da Planície Costeira do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho / Florianópolis / Santa Catarina	50
Quadro 02 - Distrito de Ingleses do Rio Vermelho - Temperaturas máximas e mínimas	58
Quadro 03 - Cálculo da Evapotranspiração potencial para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis (SC), segundo o sistema Thornthwaite, 1980 a 2002	60
Quadro 04 - Dados gerais do balanço hídrico para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis (SC), segundo o sistema Thornthwaite, 1980 a 2002	60
Quadro 05 - Poços de captação de água subterrânea pela CASAN no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho	90
Quadro 06 - Consumo médio de água	94
Quadro 07 - Consumo de água típico de alguns estabelecimentos comerciais	97
Quadro 08 - Principais características físicas dos esgotos domésticos	100
Quadro 09 - Principais características químicas dos esgotos domésticos	100
Quadro 10 - Principais microorganismos presentes nos esgotos	101
Quadro 11 - Tipos de sistemas sépticos	103
Quadro 12 - Manutenção dos sistemas sépticos	108
Quadro 13 - Enfermidades transmitidas por vírus	110
Quadro 14 - Enfermidades causadas por ingestão de nitratos	110
Quadro 15 - Enfermidades causadas por bactérias	111
Quadro 16 - Distribuição do número de questionários aplicados conforme as subáreas	114
Quadro 17 - Tipos de poços e/ou ponteiros	120
Quadro 18 - Ponteira Ativa – Subárea Sítio do Capivari	120
Quadro 19 - Ponteira Abandonada – Subárea Sítio do Capivari	120
Quadro 20 - Ponteira Ativa – Subárea Ingleses Centro	121

Quadro 21 - Ponteira Abandonada – Subárea Ingleses Centro	122
Quadro 22 - Ponteira Ativa – Subárea Ingleses Centro – Comércio e Serviços	123
Quadro 23- Ponteira Ativa – Subárea Gaivotas – Residências	124
Quadro 24- Ponteira Abandonada – Subárea Gaivotas – Residências	125
Quadro 25 - Ponteira ativa – Subárea Gaivotas – Hotéis	125
Quadro 26 - Ponteira ativa – Subárea Santinho	126
Quadro 27 - Poço revestido ativo – Subárea Santinho	127
Quadro 28 - Uso de poço revestido abandonado – Subárea Santinho	127
Quadro 29 - Amplitude das profundidades segundo as subáreas	128
Quadro 30 - Profundidades de ponteiros e/ou poços segundo as subáreas	131
Quadro 31 - Distribuição das ponteiros e poços sobre os depósitos sedimentares das subáreas	135

LISTA DE ANEXOS

Anexo 01 - Questionário

Anexo 02 - Dados climatológicos - Precipitação (mm/mês)

Anexo 03 - Dados climatológicos - Temperaturas Máximas e Mínimas

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a influência da ocupação urbana sobre a manutenção do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses, contribuindo para o melhor conhecimento dos tipos e condições de uso deste manancial de águas subterrâneas pela população e identificando no uso do solo as ações capazes de produzirem contaminação ao sistema aquífero subjacente.

O Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI é um aquífero costeiro, do tipo não confinado ou livre, e sua extensão abrange toda a área da Planície Costeira Ingleses atingindo para o sul o Distrito de São João do Rio Vermelho. Nesta dissertação, as questões analisadas se restringiram à área do aquífero que se encontra no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho.

O SASFI é constituído por depósitos sedimentares apresentando no Distrito de Ingleses, duas bacias hidrogeológicas mais profundas que se unem em níveis menos profundo de onde são captadas as águas subterrâneas.

O abastecimento de água potável no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, município de Florianópolis, é feito fundamentalmente através de recursos hídricos subterrâneos explorados pelos poços profundos da concessionária de água e saneamento do Estado de Santa Catarina complementado por ponteiros cravados particulares. Dentre os consumidores de água subterrânea através da captação por ponteiros particulares destacam-se: os condomínios, os hotéis, os restaurantes, as residências e as pousadas.

A importância dos depósitos sedimentares no provimento de água foi demonstrada pelos dados referentes à captação de água subterrânea pela população nos mesmos, destacando-se os depósitos arenosos praias pleistocênicos e eólicos pleistocênicos como fornecedores das águas subterrâneas para 82% das ponteiros e poços levantados na área.

O acelerado processo de ocupação do solo que vem ocorrendo em todo o Distrito de Ingleses foi verificado através do mapeamento do uso do solo de 1994, 1998 e 2002 e de dados de ligações elétricas (CELESC,2002) para o período de 1994 a 2002.

Através dos dados de ligações concluiu-se que são as residências permanentes que mantém elevada a taxa de crescimento atingindo 10% ao ano, enquanto que as residências temporárias estabilizaram em 1% ao ano. Este crescimento proporcionou o adensamento da ocupação sobre os depósitos costeiros, atingindo as áreas de preservação como as dunas fixas, semi-fixas e o campo de dunas ativas, somadas às

áreas de captação de água subterrânea para abastecimento público. Os avanços da ocupação urbana sobre estas áreas de dunas têm como consequência imediata a deterioração de área de recarga subterrânea importante para a manutenção qualitativa e quantitativa do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses- SASFI .

Contudo, deve-se enfatizar que a área de recarga subterrânea do sistema aquífero compreende toda área do Distrito exigindo para a manutenção do manancial subterrâneo que o uso do solo urbano deva ser criteriosamente planejado e fiscalizado.

Calculou-se um volume para a “reserva reguladora” do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses equivalente a 11.442.927,33 m³/ano, do qual a CASAN retira mais de (5) cinco milhões de m³ correspondendo a 48,9% para o abastecimento público de Ingleses do Rio Vermelho, outros distritos e localidades do norte da Ilha de Santa Catarina. Contudo, não estão computadas as extrações realizadas por condomínios, hotéis, restaurantes e população em geral. O limite de exploração usualmente recomendado é de 25 até 75% da reserva reguladora(Hirata,2001). Portanto, é necessário que se avalie a exploração total do sistema aquífero.

Quanto à contaminação proveniente de esgotos domésticos, analisaram-se a utilização do saneamento “*in situ*” utilizado na área por toda a população, haja vista não haver sistema de coleta e tratamento de esgoto na área. Verificou-se que os sistemas sépticos utilizados encontram-se sob suspeita de não estarem assegurando o devido tratamento do esgoto. As condições hidrogeológicas dos depósitos sedimentares não são favoráveis ao uso desses sistemas sépticos utilizados no Distrito de Ingleses. Além do mais as características construtivas e de operação das fossas sépticas são bastante precárias.

Portanto é muito importante o monitoramento dos sistemas sépticos para avaliar a sua eficiência no tratamento de esgoto para manter a boa qualidade das águas subterrâneas do SASFI.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the urban occupation influence on IFSAS (Ingleses free sedimentary aquifer system) maintenance, contributing to a better knowledge of the kinds and use conditions of this groundwater resource by the population and identifying on the soil use the actions responsible by producing contamination to the subjacent aquifer system.

The IFSAS is a non confined or free coastal aquifer, and its extension includes the whole Ingleses coastal plain area reaching São João do Rio Vermelho district in the south. On this dissertation the analyzed issues are restricted to the aquifer area where Ingleses do Rio Vermelho district is located.

IFSAS is formed by sediment deposits presenting on Ingleses district two deeper hydrogeological basins which join themselves in shallower levels where subterranean waters are collected.

The freshwater provision in Ingleses do Rio Vermelho district, a Florianópolis municipal is done mainly through subterranean hidric resources exploited by deeper wells of the Santa Catarina water and sanitation company (CASAN) complemented by private shallow wells. Blocks of apartment buildings, hotels, restaurants, residences and inns are among the main subterranean water consumers through private shallow wells exploited.

The importance of the sedimentary deposits on water provision was demonstrated by data referring to subterranean water exploitation by the own population. The Pleistocenic beach sand and pleistocenic eolic deposits as groundwater suppliers for 82% of the considered shallow wells in the area along this research.

The accelerated soil occupation process that has been happening in the whole Ingleses district was verified through the years of 1994, 1998, and 2002 soil use charting and electricity connections data (Santa Catarina electric company - CELESC 2002) between 1994 and 2002.

Through electricity connections data it was concluded that the permanent residences are the ones which keep the high growing taxes reaching 10% a year, while the temporary residences are stabilized in 1% a year. This previous growing resulted in the occupation thickening over the coastal deposits reaching preservation areas such as the fixed and semi fixed dunes, and the active dunes field, included the groundwaters collecting for freshwater provision. The urban occupation advances over dune areas

having as immediate consequence on the deterioration of subterranean recharging area. This subterranean recharging is important to the qualitative and quantitative maintenance of the IFSAS.

It must be emphasized that the subterranean recharging area of the water system comprehends the whole district area, so it implies that the urban soil use must be seriously planned and inspected in order to get the subterranean manancial maintenance.

Considering the “regulated reserve” do IFSWS, an average volume of 11.442.927,33 m³/year CASAN uses 48,9% for Ingleses do Rio Vermelho public provision and other districts in the northern Santa Catarina island. But extractions realized by blocks of apartment buildings, hotels, restaurants and population as a whole were not calculated on this last data. The recommended exploration limit is between 25 and 75% of the regulated reserve. (Hirata, 2001). Thus, it is necessary that the whole aquifer system exploration be evaluated.

Referring to the contamination deriving from domestic sewage, it was analyzed “in situ” sanitation that is used in the area among the whole population because there is no system of sewage collection.

It was verified that the used septic systems are being questionable because they seem not to be holding the necessary sewage treatment. The hidrological conditions of the sedimentary deposits are not favorable to the use of current septic systems in Ingleses district. Besides that the constructive and operating characteristics of the septic cesspools are very poor.

Concluding it is very important the septic system monitoring to evaluate the efficiency on the sewage treatment in order to keep a good quality of the groundwater at the IFSAS.

1 – INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são extraídas de rochas e depósitos sedimentares, principalmente fluviais e costeiros.

No leste brasileiro, as águas em depósitos arenosos costeiros: praias e eólicos de várias idades são explorados visando o abastecimento de populações. Em geral são áreas de pequenas dimensões, mas as suas características hidrogeológicas possibilitam a contínua recarga dos aquíferos principalmente com águas das chuvas, proporcionando água em abundância e de boa qualidade.

Os depósitos costeiros no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, nordeste da Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis, com uma espessura de cerca de 10 a 202m (Costa et al.,1996), possibilitam a existência de aquífero muito importante capaz de servir à população de praticamente todo o norte da Ilha.

O abastecimento de água na área de estudo é feito exclusivamente com os recursos hídricos subterrâneos provenientes de aquífero freático. A rede hidrográfica local está representada apenas por dois pequenos rios: o Rio dos Ingleses e o Rio Capivari os quais não apresentam condições de uso, seja pela quantidade seja pela qualidade das suas águas. No campo de dunas ativas “Moçambique-Ingleses” afloram inúmeras lagoas com formas, tamanhos e profundidades variando no decorrer do ano em função do volume de chuva.

A urbanização intensa tem como conseqüência direta a instalação de inúmeras atividades humanas que podem gerar cargas contaminantes às águas subterrâneas, além da impermeabilização do solo modificando os processos de infiltração que respondem pela recarga subterrânea. Dentre as atividades humanas instaladas, destacam-se aquelas originadas pela disposição de efluentes domiciliares *in situ*, ou seja, aquelas advindas de fossas sépticas e negras (Foster & Hirata, 1991).

Os sistemas de saneamento “in situ”, são largamente utilizados nas cidades brasileiras, onde a rede de esgoto está incompleta ou não existe. Esta prática é preocupante, visto constituir-se num risco de contaminação das águas subterrâneas por nutrientes, sais, microorganismos patogênicos, trazendo problemas de saúde para as comunidades que as captam através de poços escavados e ponteiros cravadas em baixas profundidades.

Westarb (1999) já demonstrou que a população em geral utiliza largamente a captação de água subterrânea através de poços e ponteiros, e sistemas de saneamento "in situ" no Distrito de Ingleses. Todavia, os dados do referido estudo foram obtidos como parte de trabalho pedagógico empreendido pelos próprios alunos da EBM Gentil Mathias naquele momento.

Assim nesta dissertação aplicaram-se novos questionários à comunidade, localizando-os pela rua e número, mapeando-se as obras de captação de água subterrânea utilizadas pela população, conforme as profundidades e distribuindo-as espacialmente em quatro subáreas: Gaivotas, Ingleses Centro, Santinho e Sítio do Capivari.

O sistema aquífero de Ingleses é do tipo poroso, freático, livre ou não confinado¹ ou seja, não possui uma camada superior impermeabilizante, já que é predominantemente constituída por depósitos arenosos. Esta condição hidrogeológica evidencia a vulnerabilidade do aquífero mediante o adensamento da ocupação urbana, sem rede de coleta e tratamento de esgoto.

Entende-se, que a população utilizando a água subterrânea através de obras de captação de baixa profundidade em área extremamente adensada corre riscos de contrair doenças pela ingestão dos compostos nitrogenados, vírus e bactérias patogênicas provenientes dos sistemas de saneamento “*in situ*” utilizados na área.

Desta forma, construindo as informações com a própria comunidade pode-se contribuir para o conhecimento do manancial subterrâneo tão importante para o abastecimento da área em estudo.

Busca-se a partir deste estudo despertar o interesse da comunidade motivando a mobilização e a participação ativa dos moradores para a solução dos problemas advindos das formas de uso do solo urbano relacionados à conservação e proteção dos recursos hídricos subterrâneos, única fonte de água doce existente na área para a distribuição.

¹**Aquífero não confinado:** é aquele cujo limite superior é uma superfície freática, na qual todos os pontos se encontram à pressão atmosférica (Manoel F^o, 1997).

2 – OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a influência da ocupação urbana sobre a manutenção do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses, identificando no uso do solo as ações capazes de produzirem modificações quantitativas e qualitativas ao sistema aquífero subjacente contribuindo para o melhor conhecimento dos tipos e condições de uso do manancial de águas subterrâneas pela população.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a morfologia do sistema aquífero no Distrito de Ingleses.
- Identificar os usos do recurso hídrico subterrâneo segundo a sua finalidade.
- Identificar os tipos de esgotamento sanitário.
- Levantar os tipos de obras de captação de água subterrânea.
- Identificar os depósitos sedimentares utilizados para a captação de água subterrânea.
- Caracterizar a ocupação do Distrito de Ingleses e sua relação com as possibilidades de contaminação do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses – SASFI -.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização e acesso

Ingleses do Rio Vermelho constitui um dos onze (11) distritos da divisão política municipal, está localizado no nordeste da Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis.

A área de estudo abrange aproximadamente 20,47 Km² apresentando-se predominantemente sob a forma de planície costeira. Compreende duas praias, a Praia dos Ingleses e a Praia do Santinho, as quais encontram-se ancoradas em três pontais rochosos. A primeira constitui um arco maior voltado para nor-nordeste e a segunda num arco menor, porém mais larga voltada para leste (Figura 01).

Do centro do Distrito sede/Florianópolis, o acesso rodoviário é feito pela Avenida Rubens de Arruda Ramos conhecida como Avenida Beira-Mar Norte, seguindo pela Avenida da Saudade a partir do Elevado do CIC (Centro Integrado de Cultura) tomando a seguir a Rodovia SC 401 até o centro do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho. O Distrito é cortado por estradas asfaltadas, pavimentadas além das muitas ruas sem pavimentação, o que facilita o acesso às atividades de campo.

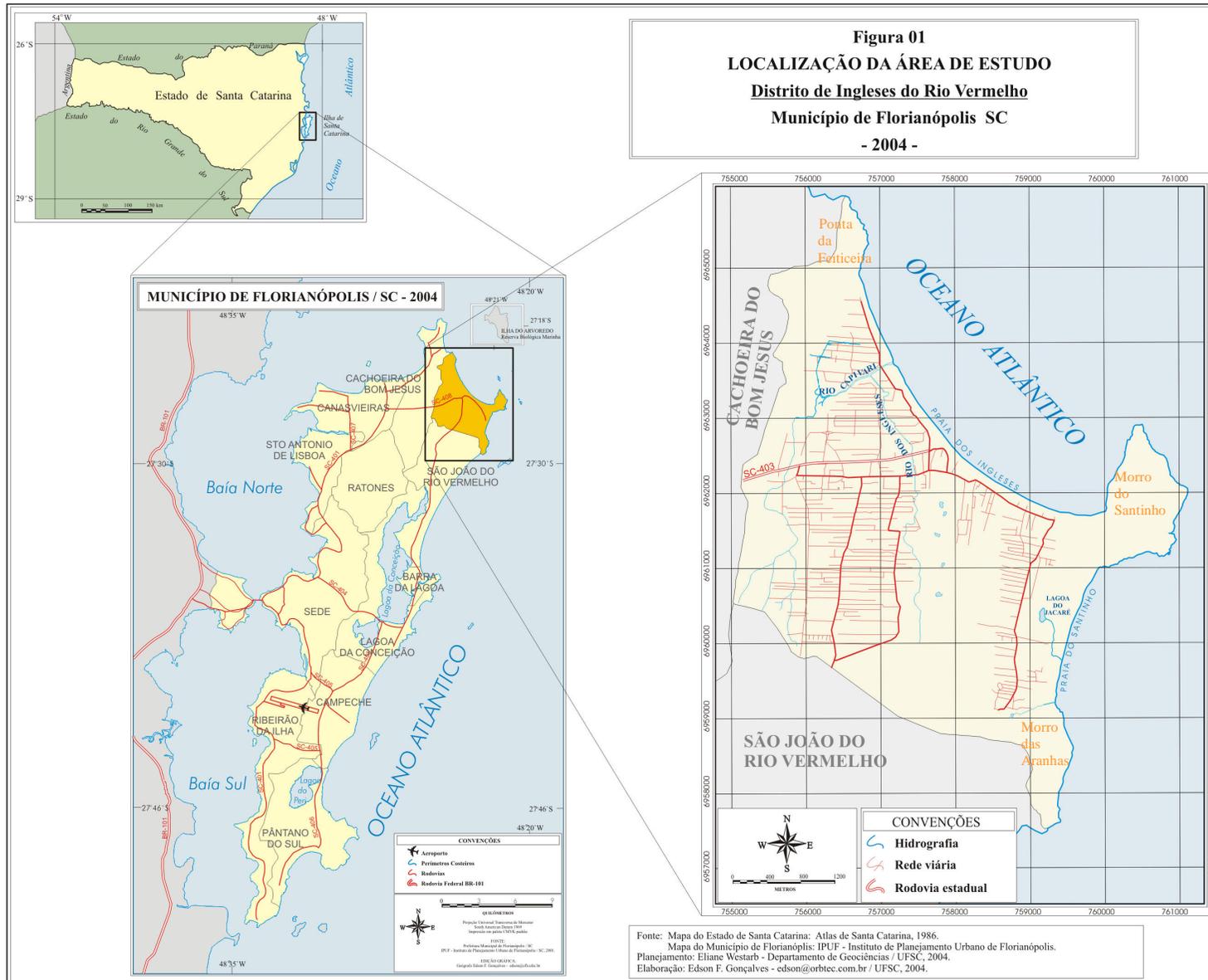
O Distrito será considerado segundo quatro áreas ou subáreas a do: Santinho no setor leste; Ingleses Centro – área comercial, residencial e de serviços junto ao meio da Praia de Ingleses; Sítio do Capivari – setor sul e Gaivotas – setor norte do Distrito (Figura 02).

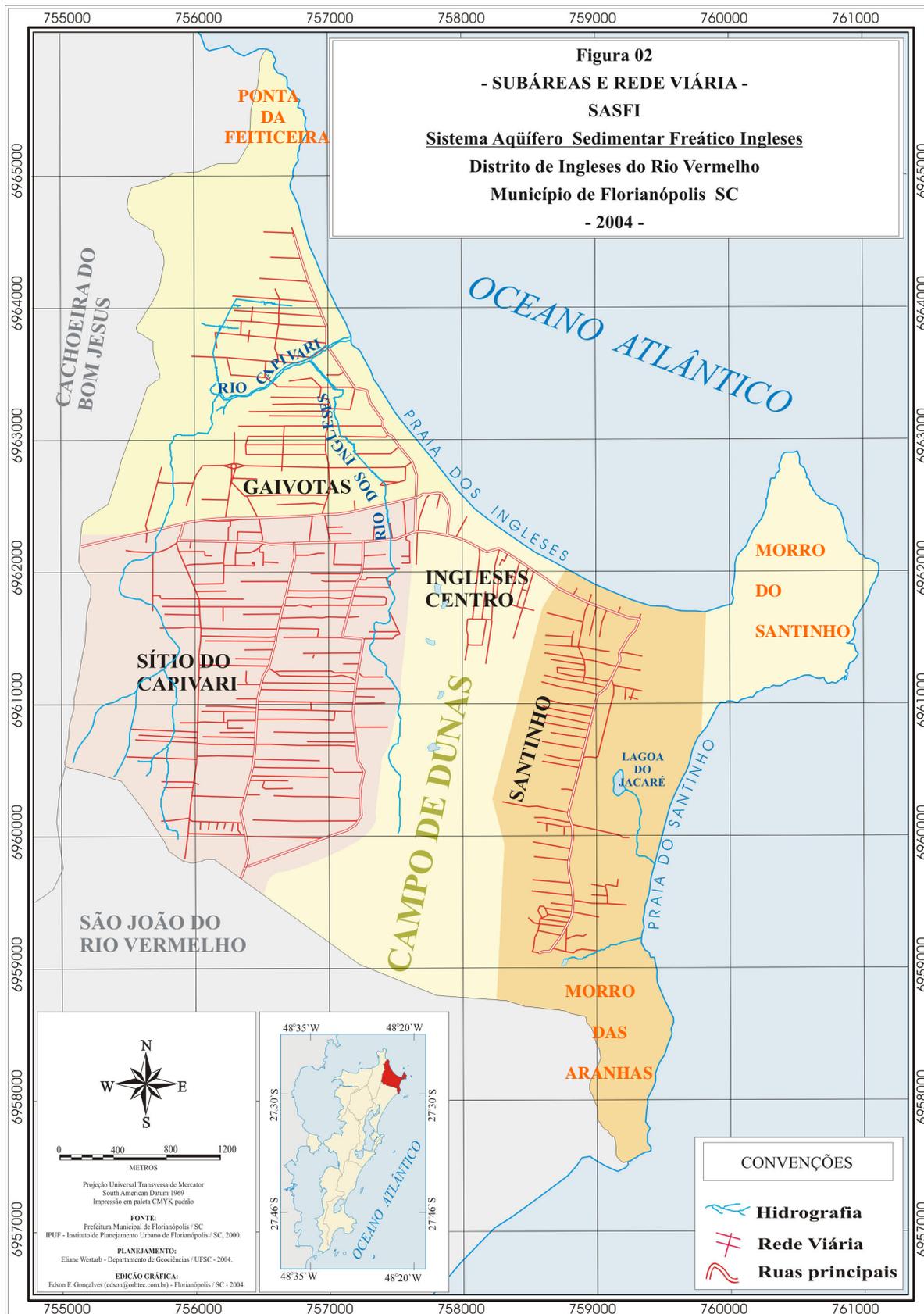
3.2 As transformações sócio-espaciais e o uso das águas subterrâneas.

Até 1962, Ingleses do Rio Vermelho fazia parte da antiga freguesia de São João do Rio Vermelho quando então foi desmembrado criando-se o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho (Ferreira, 1999).

Por ser distante (36 Km) da sede do município, isto é, da cidade de Florianópolis, a comunidade esteve semi-isolada até a década de 40, quando a primeira linha de ônibus foi implantada até a Cachoeira do Bom Jesus (Figura 01) proporcionando contatos mais freqüentes com o centro da cidade. Somente na década de 50 foi implantada uma linha partindo de Ingleses proporcionando a integração espacial com o núcleo central do município de Florianópolis (Prochnov 1999).

As transformações sócio-espaciais ocorrem a partir da década de 70, após investimentos estatais na implantação de infra-estruturas como: sistema de energia elétrica em 1967; construção das Rodovias SC-401 e 403 em 1973; escola de ensino fundamental





em 1975 (1º grau completo na época) e posto de saúde (Moretto, 1993:163, Nunes, 1995:11, Prochnov, 1999:28).

Moretto (1993:167) descreve com muita propriedade as agressões ao ambiente e a falta de planejamento do processo de ocupação de Ingleses:

“...a não observância de critérios de sustentabilidade espacial ...é hegemônica no processo de comercialização de terras e de ocupação verificados em Ingleses, a partir de meados da década de setenta, com agravamento substancial nos anos oitenta.”

Os dados do IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, relativos aos censos de 1970, 1980, 1991 e 2000 demonstrados no quadro 01 revelam o ritmo da urbanização da área. Os dados anteriores não foram utilizados já que a população do Distrito de São João do Rio Vermelho está incluída, visto que o desmembramento ocorre somente em 1962.

Segundo Moraes(1999), em todos os estados no Brasil com exceção do Rio Grande do Sul, na zona costeira a densidade populacional é maior do que a média calculada para o total do território brasileiro. A densidade demográfica média da zona costeira brasileira é de 87 hab/Km² (Moraes,1999), enquanto que na área de estudo encontra-se em torno de 806 hab/Km² conforme pode ser observado na tabela 01.

Tabela 01 – POPULAÇÃO: número absoluto e percentual de crescimento Distrito de Ingleses do Rio Vermelho

População Residente		Crescimento	% Crescimento	Densidade demográfica
Ano	Nº de hab.	Nº de hab.		Hab/Km ²
1970	2016			86,52
1980	2.695	679	33	131,65
1991	5.862	3.167	117	286,37
2000	16.514	10.652	181	806,74

Fonte do número de habitantes: Censo de 2000. Quadro elaborado pela autora.

Como consequência do acelerado processo de ocupação da área do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho passam a existir vários problemas de ordem ambiental: o surgimento de favela instalada sobre o campo de dunas ativas; o avanço da ocupação sobre áreas de dunas fixas, de vegetação de restingas, de estuário, da linha da costa e de outras áreas de preservação permanente.

Na Unidade de Conservação – Dunas dos Ingleses e Dunas do Santinho – criada pelo Decreto Municipal nº112/85, publicado no Diário Oficial do Estado nº 12726, de 11 de junho de 1985, ocorre ocupação por população de média e baixa renda.

Esta área, considerada de preservação permanente, vem sendo afetada pela incorporação imobiliária desencadeada pelo turismo ou por população que para o Distrito de Ingleses foram atraídas por esta atividade econômica (Ferreira & Westarb,2003).

Com relação ao abastecimento de água a comunidade de Ingleses até meados da década de noventa supria as suas necessidades através da captação por poços domiciliares e ponteiras, uma vez que o Distrito não estava servido de rede de água para o abastecimento público.

A partir da década de 90 a população do Distrito é atendida pelo abastecimento público de água através da distribuição da água captada de poços profundos do aquífero de Ingleses. Estes já abasteciam os Balneários da Costa Norte – Jurerê, Canasvieiras, Ponta das Canas, Cachoeira do Bom Jesus e Lagoinha desde meados da década de 80 (Moretto,1993).

Contudo, a utilização de água subterrânea para abastecimento através da captação de água por ponteiras e poços particulares continua tanto pela população quanto pelas atividades comerciais e de serviços.

Westarb(1999) relata que em 269 residências de alunos da EBM Gentil Mathias da Silva, 65,42% utilizavam a distribuição pública de abastecimento, enquanto que 22,67% utilizavam somente água captada por ponteiras ou poços particulares e 11,88% utilizavam as duas formas.

Com relação ao abastecimento doméstico da população de baixa renda que ocupa o campo de dunas ativas em Ingleses, Westarb & Ferreira(2003) obtiveram os seguintes resultados 92,15% utilizam água da rede pública de abastecimento; 5,61% possuem poço e 2,24% declaram não possuir fonte de abastecimento de água.

Todos os hotéis e a maioria de pousadas, restaurantes do Distrito servem-se exclusivamente da captação de água por ponteiras particulares.

Na área de estudo a utilização do saneamento “*in situ*”, fossas sépticas e negras, sobre os depósitos arenosos são utilizados por todas as edificações do Distrito, já que a rede de coleta implantada em parte do Distrito não foi complementada com a estação de tratamento de esgotos, desta forma sem operação. Portanto, a comunidade não conta com rede de coleta e tratamento de esgotos.

Assim, a realidade instalada reproduz as deficiências das grandes cidades brasileiras situadas na zona costeira. A ausência de infra-estrutura sanitária, de controles efetivos sobre o uso e ocupação do solo submetido a fortes pressões imobiliárias, com danos sobre o ordenamento territorial e a proteção de áreas sujeitas à erosão marinha ou

que mereçam cuidados especiais e de preservação permanente como as dunas, restingas, estuários (Moraes, 1999).

Há uma completa transformação das características sócio-espaciais de todo o distrito e adjacências corroborando o que afirma Moraes(1999), que nestas áreas costeiras a população vêm intensificando a “vida cidadina” difundindo materialmente também o modo urbano de valorização da terra e de seu uso e, como consequência ocorre a perda da identidade cultural.

3.3 Características geológicas, geomorfológicas e topográficas.

Do ponto vista geológico a área apresenta duas unidades distintas: o Embasamento e os Depósitos Sedimentares. A primeira unidade encontra-se representada pelo Granito Ilha e pelo Granitóide Paulo Lopes, ambos cortados por diabásio em forma de diques. Estas rochas também vão embasar os depósitos sedimentares que cobrem a maior parte do Distrito.

A segunda unidade são os depósitos sedimentares constituídos por nove tipos distintos: arenoso praiial, eólico atual, arenoso-siltico-argiloso-lagunar-holocênico, arenoso-siltico-argiloso-lacustre-holocênico, arenoso-siltico-argiloso-fluvial-holocênico, arenoso praiial-holocênico-sub-atual, arenoso-praiial-pelistocênico, arenoso-eólico-pelistocênico, arenoso-eólico-pleistocênico em rampas, mapeados por Ferreira(1999) para a área do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho. Caruso Jr (1993), Coitinho e Freire (1991), descreveram anteriormente a geologia da Ilha de Santa Catarina mapeando os depósitos sedimentares.

Do ponto de vista geomorfológico o Distrito de Ingleses apresenta no modelado do relevo o reflexo das duas unidades geológicas descritas anteriormente, as elevações do Embasamento Cristalino e os Depósitos Sedimentares como planície.

Os afloramentos do Embasamento Cristalino constituem as elevações conhecidas como: Morro dos Ingleses ou Morro do Santinho (Folha Canasvieiras1:50.000 (IBGE,1981) com 195m, e o Morro das Aranhas com 255 m. Ambos estão no leste do Distrito e são paleoilhas. A oeste há um divisor de águas, contínuo, com alguns cumes mais elevados conhecidos como o Morro das Feiticeiras ou Ponta das Feiticeiras com 206m; o Morro da Cachoeira com 249 m e o Morro do Muquém com 298 m.

Das bases das elevações emergem os contornos que apoiaram o preenchimento da bacia conforme os movimentos de transgressão e regressão do nível marinho. Os contornos das elevações marcados nos contatos com os depósitos sedimentares delimitam a bacia sedimentar.

Assim, a planície é a forma dominante da área circundada por morros a oeste culminando com a Ponta da Feiticeira (Figura 03) mergulhando no mar e apoiada pelo pontal rochoso a leste (Figura 04) o Morro dos Ingleses ou do Santinho e o Morro das Aranhas.



Figura 03 – Norte da Praia dos Ingleses e ao fundo o Morro das Feiticeiras ou a Ponta da Feiticeira.



Figura 04 – Ao fundo, leste da Praia dos Ingleses o Morro dos Ingleses ou Morro do Santinho.

Fotos: Eliane Westarb em 21/03/2004

A planície do Distrito de Ingleses na sua parte central, no sentido norte/sul apresenta campos de dunas ativas e cordões de dunas fixas intercalados entre si, em forma alongada (Figura 05).

A hipsometria do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho (Figura 06) revela o domínio das baixas altitudes na área da planície. As maiores declividades encontram-se nas elevações e nas zonas de cristas das dunas fixas que chegam a atingir mais de 40 m de altitude, uma delas com mais de 60m.

3.4 A Hidrogeologia e a hidrologia superficial.

Nas duas unidades geológicas citadas há formações aquíferas. No embasamento formam-se os chamados aquíferos fissurais ou de meios fraturados devido aos locais onde as águas subterrâneas encontram-se armazenadas, ou seja, falhas, fraturas e suas interconexões.

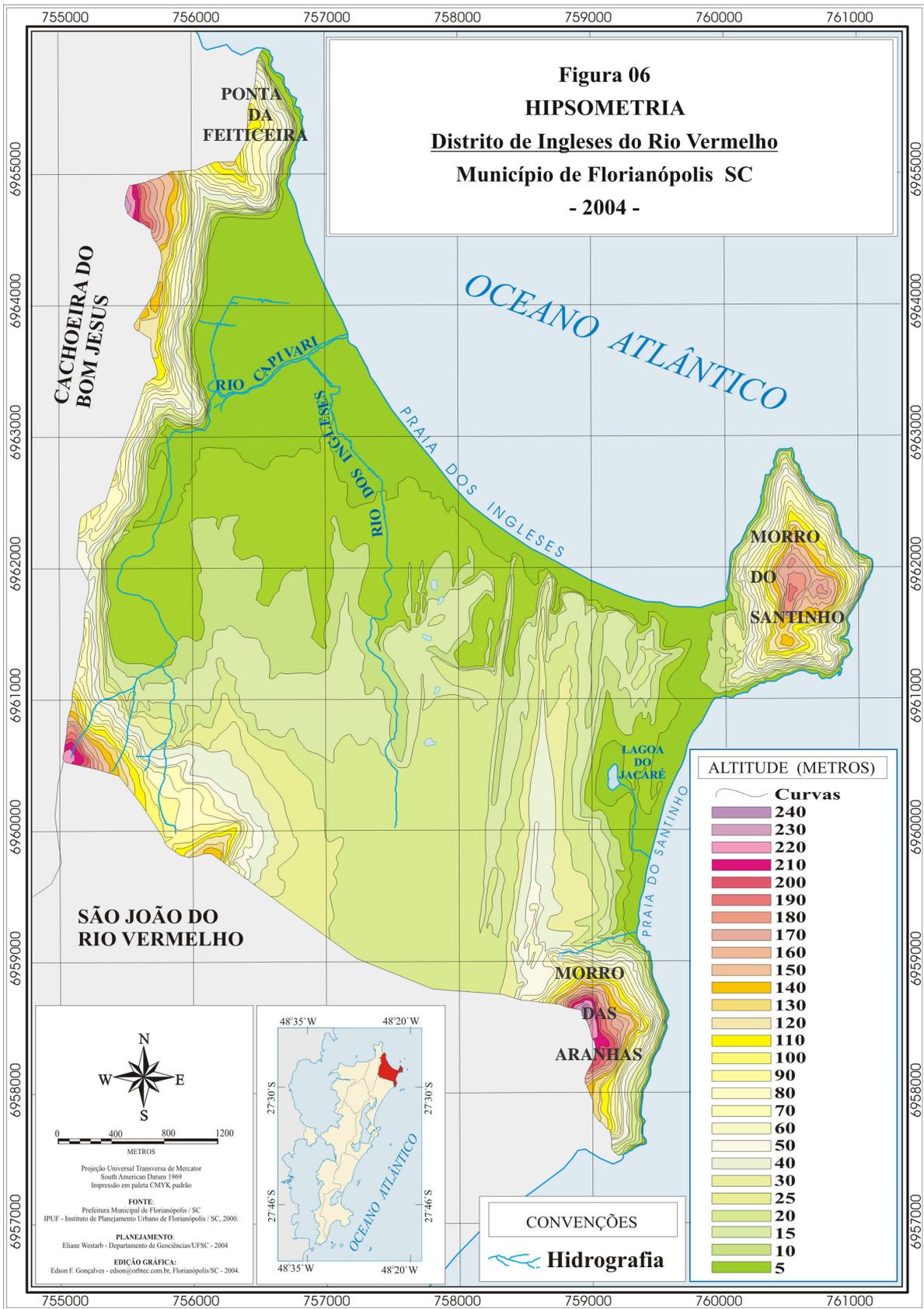
Nos depósitos sedimentares a alta permeabilidade das areias é capaz de armazenar e transmitir água formando excelentes sistemas aquíferos. Estes depósitos homogêneos isotrópicos formam aquíferos freáticos ou livres e as áreas de recarga são relacionadas à própria extensão de ocorrência dos depósitos.

Os depósitos predominantemente arenosos que constituem a bacia sedimentar da Planície Costeira Nordeste (Duarte,1981) do Distrito de Ingleses possibilitaram a formação de um sistema aquífero sedimentar freático.



Figura 05 : Planície do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho - Centro da planície: cordões de dunas fixas ladeando campo alongado de dunas ativas. No leste da planície o Morro dos Ingleses ou Morro do Santinho.

Fotos: Eliane Westarb em 16/05/2004



No Distrito de Ingleses do Rio Vermelho predominam os depósitos arenosos conforme os perfis geológicos dos poços profundos da CASAN e as análises granulométricas das amostras coletadas por Ferreira (1999), Santos(1997).

Ferreira (1999) demonstrou através dos resultados obtidos pelas análises do perfil topográfico e sedimentológico que os depósitos na superfície constituem-se de areia fina e são bem selecionados.

Tendo em vista as características hidrogeológicas dos depósitos geológicos acima referidos, nesta dissertação o sistema aquífero em estudo será identificado sob o nome de SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses.

A hidrologia superficial da área resume-se a dois rios: o rio Capivari e seu afluente o rio dos Ingleses, pequenos canais que descem dos morros, por lagoas que ocorrem no campo de dunas ativas “Moçambique-Ingleses”(Ferreira,1999) e por aquelas que ocorrem no Santinho, a Lagoa do Jacaré e das Lavadeiras na lateral do Morro das Aranhas.

O rio Capivari apresenta no seu baixo curso, características de estuário, desaguando numa boca única (figura 07). Em seu baixo curso sobressai a ação de marés e as margens encontram-se bem preservadas, o que não ocorre no médio e alto curso em que apresenta-se como um pequeno córrego espalhando-se em um banhado.

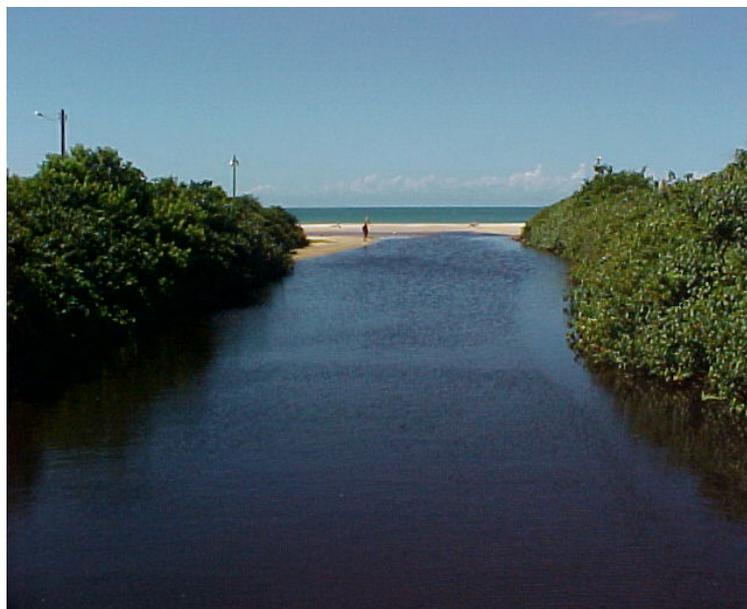


Figura 07– Foz do Rio Capivari, no norte a praia dos Ingleses.
Fotos: Eliane Westarb em 21/03/2004

As nascentes do rio Capivari encontram-se no morro do Muquém localizado a sudoeste do Distrito, mas descem outros pequenos canais do morro da Vargem do Bom Jesus e do morro da Ponta das Feiticeiras.

O rio dos Ingleses é alimentado pela descarga do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses –SASFI através das águas afloram no campo dunas “Moçambique-Ingleses”(Ferreira,1999), importante área de recarga do SASFI ou seja, o volume do rio depende do nível de água do aquífero. Inicia seu curso no sopé do cordão de dunas fixas, sul do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho próximo ao limite com o Distrito de São João do Rio Vermelho, a oeste do campo de dunas ativas e fixas e flui para o norte até encontrar o rio Capivari. O rio encontra-se degradado em todo o seu curso, tornando-se quase uma vala de dejetos em determinados pontos(Figura 8).



Figura 08 – Rio Ingleses atravessando a rua João Nunes Vieira em direção à rodovia SC 401.
Foto: Eliane Westarb em 16/05/2004

3.5 Os solos

Através do mapa de solos produzido pelo IBGE/IPUF (1991), para o município de Florianópolis, as classes dos solos que ocorrem na área de estudo são aqueles desenvolvidos dos processos pedológicos a partir dos materiais da área: os podzólicos, os do tipo gley pouco húmico eutrófico e o podzol hidromórfico associado com as areias quartzosas hidromórficas.

A associação de podzólico vermelho amarelo álico de textura média argilosa com o podzólico vermelho escuro também de textura argilosa, constituem área de solos medianamente profundos a profundos situando-se nos Morros das Aranhas e dos Ingleses.

Os solos do tipo Gley pouco húmico ocorrem em parte da margem esquerda do rio do Capivari. Caracterizam-se pelo horizonte A com espessura menor de 25 cm e menos de 5% de matéria orgânica.

A associação de podzol hidromórfico com as areias quartzosas hidromórficas ocorre no plano do rio Capivari e do rio dos Ingleses situado na base do cordão de dunas fixas. São solos com predominância de textura arenosa ao longo do perfil, extremamente ácidos e apresentam profundidades variáveis. O lençol freático encontra-se próximo ou à superfície do solo.

No Distrito de Ingleses do Rio Vermelho segundo IBGE/IPUF (1991) e Ferreira(1999), predominam solos constituídos de areias quartzosas álicas abrangendo uma ampla área a oeste do cordão de dunas fixas situado ao longo do campo de dunas ativas e para leste no trecho entre os campos de dunas ativas “Moçambique-Ingleses” e “Santinho-Ingleses”.

As areias quartzosas das rampas de dissipação presentes no trecho oeste do Distrito são depósitos eólicos pleistocênicos arenosos bem selecionados (IBGE/IPUF,1991; Ferreira,1999). Formam uma zona de transição entre os morros e a planície apresentando cores avermelhadas devido à contribuição dos óxidos de ferro dos Podzólicos vermelhos e amarelos, provenientes da alteração do granito (Santos,1997).

Portanto, na planície do Distrito há um predomínio de areais quartzosas que apresentam perfis de solo com espessuras superiores a dois (2) metros, segundo IBGE/IPUF (1991) e Ferreira(1999).

3.6 Climatologia

O Sul do Brasil, pela sua posição compreendida nas latitudes médias, é atingido pelos principais centros de ação das massas de ar que atuam na América do Sul, quer das latitudes baixas, quer daqueles originários das latitudes elevadas. É uma região de passagem da frente polar e as sucessivas invasões desta a tornam constantemente sujeita a mudanças bruscas de estados de tempo.

O caráter temperado do clima da Região Sul do Brasil confere a esta uma importante oscilação térmica ao longo do ano, com inverno frio e verão quente (Nimer, 1977). Contudo, Cruz (1998) cita autores como Thomas(1994) e Riehl (1954-1965), os quais situam a Região Sul do Brasil na zona flutuante na qual ocorre uma extensão das características tropicais e temperadas nas variações estacionais.

Assim, as características climáticas da Ilha de Santa Catarina constituem-se de seqüências de estados de tempo típicos de regiões tropicais no verão e de temperadas no inverno. Neste, sob a atuação do anticiclone polar e naquele sob a invasão das massas tropicais, sobretudo pela forte atuação da Massa Tropical Atlântica (mTa). Incide também

sobre a região Sul a ação das massas Equatorial Atlântica (mEc) e a Baixa do Chaco (Monteiro & Furtado, 1995).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de atingir os objetivos deste trabalho foram realizadas as seguintes etapas: levantamento geral de dados, pesquisa de campo, atividades de laboratório e tratamento dos dados obtidos. Estas representam os passos essenciais ao desenvolvimento da pesquisa.

4.1 Levantamento geral de dados.

Esta fase caracterizou-se pela aquisição de dados básicos relacionados aos conhecimentos bibliográficos, cartográficos, aerofotográficos e subsídios complementares pertinentes ao interesse da pesquisa, obtidos em vários órgãos da administração pública, associações, sindicatos e bibliotecas das universidades estadual e federal, além de meios eletrônicos como “sites”, “cd room” de eventos científicos.

Em relação aos conhecimentos bibliográficos, foram consultados trabalhos técnicos e científicos, representados por livros, trabalhos anteriores sobre a área e sobre o tema, todos voltados para os objetivos da pesquisa. Nesse sentido, foram selecionados aqueles que pudessem contribuir de forma significativa e abrangente na realização do estudo, com assuntos pertinentes à geologia, hidrogeologia, inventário de pontos d'água, balanço hídrico, atividade humana e contaminação de aquíferos, vulnerabilidade das águas subterrâneas, sistemas de saneamento “in situ” e perímetro de proteção de poço.

Considerando-se os aspectos bibliográficos relativos ao sistema aquífero situado nos distritos de Ingleses do Rio Vermelho e São João do Rio Vermelho, destacam-se os trabalhos específicos mais importantes da EPT (2002), Marques (2002), Guedes (1999) e Costa et al. (1996).

Quanto à documentação cartográfica do Distrito, no que se refere aos aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos foram utilizados além das cartas do Mapeamento Temático do Município de Florianópolis(1991), aqueles disponibilizados na dissertação de Ferreira (1999).

Com relação ao material aerofotográfico da área referente a diferentes datas obteve-se em diversos órgãos, tais como:

- Secretaria de Estado do MERCOSUL, fotografias aéreas dos seguintes anos: 1938 em escala aproximada de 1:30.000, 1956 e 1978 em escala 1:25.000.
- IPUF-Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis foram obtidas fotografias aéreas do ano de 1994 - 1: 8.000 e 2002 - 1:15. 000.

- CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina - foram obtidas junto à biblioteca da empresa, fotografias aéreas do Distrito de Ingleses do ano 2000 em escala 1: 15.000.

Na CASAN-Cia. de Água e Saneamento, junto à Regional Florianópolis, através da Divisão de Planejamento/DIPR, foram obtidos os números de economias e volume medido em m³ no período de 1997 a 2002. Os dados anteriores a este período, referentes aos distritos estão condensados naqueles do município de Florianópolis. Obtiveram-se também perfis e outras características geológicas e hidrogeológicas dos poços de propriedade da companhia de abastecimento do estado de Santa Catarina; modelos geofísicos do aquífero referente à espessura e zonas salinizadas, cunha salina, direção e fluxo das águas do aquífero provenientes de levantamento geofísico da área em estudo realizado por Costa et al.(1996). Obteve-se acesso para leitura e análise, ao “Estudo do Manancial Subterrâneo dos Distritos de Ingleses do Rio Vermelho e São João do Rio Vermelho” (2002) realizado pela empresa EPT – Engenharia e Pesquisas Tecnológicas S.A. do Estado de São Paulo, encomendado pela CASAN. Neste há dados sobre a qualidade das águas subterrâneas e análises da água bruta, composta, dos poços de exploração da CASAN, além de vários mapas sobre o aquífero, os quais via de regra, não estão disponibilizados para uso reprográfico, por determinação da direção da empresa.

Todavia, solicitou-se através de ofício dirigido ao Diretor de Operações da empresa cópia do mapa de vulnerabilidade e da zona não saturada do aquífero de Ingleses, obtendo-se somente a cópia do primeiro.

No IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, obtiveram-se dados referentes à população do Distrito de Ingleses a partir da década de 70 até o último Censo no ano 2000.

Junto à CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina, foram obtidos dados referentes ao número de ligações de luz no período de 1990 a 2002 por setor: residencial, industrial, comercial, veraneio. Os dados anteriores a este período a empresa inutilizou-os, não sendo possível recuperá-los. Apesar dos dados compreender o período de 1990 a 2002, utilizou-se para a análise aqueles a partir de 1994, já que se encontram discriminados por tipo de residência por serem relevantes ao estudo e porque o mapeamento refere-se a este período. Através desses dados foi possível estimar a população que efetivamente ocupa a área seja temporariamente seja permanentemente e a partir destas determinar taxa de crescimento da ocupação no período, quantidade de água consumida, volume de esgotos domésticos e carga potencial de contaminação de nitrato.

Através do guia telefônico, do site: www.guiafloripa.com.br, da ABIH – Associação Brasileira da Indústria de Hotéis e Sindicato dos Hoteleiros, obteve-se o número de hotéis e pousadas situados na área de estudo. A partir de entrevistas pessoais ou por telefone levantou-se a capacidade de hospedagem do Distrito com o objetivo de estimar a população flutuante.

A pesquisa sobre água subterrânea requer dados principalmente de precipitação. Perante esta necessidade, inicialmente, instalaram-se pluviômetros em quatro pontos do Distrito, visando a coleta da precipitação no período de Dez./2002 a Dez./2003. Destes somente três tiveram a coleta contínua. Com o decorrer da coleta percebeu-se que o período de janeiro, fevereiro e março fora pouco chuvoso, quando deveria ser o contrário.

Diante desta situação e buscando maior consistência à pesquisa no que se refere a informações básicas tão importantes quanto àqueles de chuva e temperatura, procurou-se pela Profª. Drª. Olga Cruz e seu irmão Sr. Joaquim Cruz, os quais mantêm uma estação meteorológica artesanal no Distrito, em estudo desde 1979, coletando dados sistematicamente de pluviosidade, temperatura, ventos, pressão e umidade que foram gentilmente disponibilizados e utilizados para cálculo do balanço hídrico no período compreendido de 1980 a 2002, com falha de um ano (1993).

4.2 Pesquisa de Campo

Na pesquisa de campo foram desenvolvidas várias atividades: levantamento de pontos de água e sistemas de saneamentos de esgotos utilizados na área de estudo, o reconhecimento geográfico incluindo os limites que envolvem a área de estudo; identificação dos aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos e de degradação; entrevistas com um técnico e dois práticos em perfuração de poços que atuam no Distrito; entrevistas com pessoas nativas que residem e sempre residiram na área onde se encontram localizados os poços da CASAN, assim como pessoas da comunidade que informaram sobre as formas de obtenção de água potável no passado; levantamento das condições de ocupação das áreas próximas aos poços da CASAN para abastecimento do norte da Ilha.

Fundamentalmente percorreram-se as ruas e servidões do distrito para a realização do levantamento de poços e/ou ponteiros e sistemas de saneamento de esgotos utilizados pela população através do preenchimento de questionário previamente elaborado (Anexo 1).

A pergunta básica que determinou a realização das entrevistas refere-se ao uso atual, ou no passado, de água de poço e/ou ponteira para abastecimento. Desta forma,

foram entrevistadas somente as pessoas responsáveis de residências, hotéis, restaurantes, pousadas e outras atividades quando afirmavam haver usado ou usar água de poço ou ponteira para abastecimento parcial ou total no imóvel.

O tamanho amostral foi determinado a partir do tamanho da população segundo Gerard & Silva (1981). O tamanho da população permanente e temporária determinou o tamanho amostral da população entrevistada do Distrito de Ingleses. Esta foi estimada a partir do número de ligações elétricas pela autora desta dissertação.

Desta forma, o número de entrevistas para as residências é de 381 relativa a uma população de 50.000 habitantes (Gerard & Silva, 1981).

Entrevistaram-se várias pessoas da comunidade, como professoras da Rede Municipal de Ensino e outras com o objetivo de retratar a relação da comunidade com as águas no Distrito, seja água subterrânea seja água superficial dos rios, lagoas e mar.

Também foi entrevistado o Sr. Antonio Luiz conhecido como “Alemão” no dia 02/08/2003 às 9:00 horas, proprietário de uma pequena empresa “A.L.T. Drenagem & Poços” localizada na SC 401, Km 05 – Ingleses. Basicamente, perguntou-se sobre as diferenças entre as profundidades das perfurações, espessuras e cores das camadas nas subáreas: Santinho, Sítio e Gaivotas.

4.3 Atividades de Laboratório

Dividiu-se o Distrito de Ingleses em três subáreas: Santinho, Sítio do Capivari, Ingleses Centro. Ocorre que, durante a aplicação dos questionários e na tabulação, percebeu-se características que individualizaram o Distrito em quatro subáreas não em três como havia sido proposto no início. Assim, a partir da divisão de Ingleses Centro, incluiu-se a subárea Gaivotas, permanecendo como estavam as subáreas do Santinho e Sítio do Capivari, conforme figura 02.

Elaborou-se *overlay* da área utilizando-se a carta do Levantamento Aerofotogramétrico do Aglomerado Urbano de Florianópolis, Folha SG. 22-Z-D-III-3-SO-F (1979) do IPUF - Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis em escala 1:10.000 e equidistância das curvas de nível de 10 metros.

As fotos aéreas dos anos de 1994, 1998 e 2002 foram utilizadas para mapeamento do uso do solo já que estes se referem ao período dos dados numéricos de ligações elétricas aplicados para as estimativas de população, consumo de água, carga contaminante potencial de nitrato conforme mencionado anteriormente.

Foram elaborados os *overlays* do arruamento, do uso do solo através das fotografias aéreas de 1998 e 2002 em escalas 1:15.000. Embora Ferreira(1999) tenha realizado o

mapeamento do uso do solo de 1994, foi elaborado novamente a partir da escanerização das fotografias aéreas do mesmo ano, visando um detalhamento da ocupação urbana.

O desenvolvimento gráfico dos mapas do arruamento(2002), hipsométrico; uso do solo 1994; uso do solo 1998; uso do solo 2002; fluxo de águas subterrâneas; espessura do aquífero; cota base do aquífero; posição do embasamento do aquífero foram realizados por Edson Gonçalves, compreendendo as seguintes etapas:

a) Escanerização (transforma as bases em papel para o formato digital “raster”)

- Escanerização das 09 fotografias aéreas 1994;
- Escanerização das 07 fotografias aéreas 2002;
- Escanerização da base “Cota base do aquífero”;
- Escanerização da base “Espessura do aquífero”;
- Escanerização da base “Posição do embasamento cristalino”;
- Escanerização da base “Direção dos fluxos das águas subterrâneas”;
- Escanerização do *overlay* “Uso do solo 1998”;
- Escanerização do *overlay* “Uso do solo 2002”;
- Escanerização da base altimétrica do Distrito.

b) Georreferenciamento e mosaicagem dos “rasters”

Nesta etapa todos os pedaços escanerizados são georreferenciados para que formando um mosaico, possam ser colocadas lado a lado, para ser realizado o processo de vetorização.

c) Vetorização (realizar o contorno de todas as linhas que se quer extrair da base escanerizada, necessário para imprimir e fazer sobreposições)

- Vetorização do arruamento;
- Vetorização das curvas altimétricas 10 em 10;
- Vetorização dos polígonos do uso do solo 1994;
- Vetorização dos polígonos do uso do solo 1998;
- Vetorização dos polígonos do uso do solo 2002;
- Vetorização das linhas do fluxo das águas subterrâneas;
- Vetorização das linhas de espessura do aquífero;
- Vetorização das linhas de cota base do aquífero;
- Vetorização das linhas posição do embasamento do aquífero.

d) Sobreposições com vários tipos de cruzamentos e geração do modelo numérico do terreno.

e) Formatação do *layout* de impressão: espessura de linhas, referência de fontes, títulos, legendas, grade de coordenadas.

f) Exportação para o formato de impressão Cd Rom, correções finais e impressão.

4.4 Fase de Tratamento de Dados

O levantamento de dados sobre ligações de luz de 1994 a 2002 e o crescimento populacional permitiram avaliar a taxa de crescimento das residências permanentes e temporárias nos últimos anos. Estes dados possibilitaram a estimativa do consumo de água e de vazão de esgoto doméstico.

O número de ligações de luz no Distrito retrata com maior fidelidade a população consumidora de água no Distrito, uma vez que aqueles que possuem ligação de luz possuem também abastecimento de água, seja pela Casan seja por ponteiras e ou poços particulares.

Com os dados referentes à precipitação pluviométrica, temperatura e evapotranspiração do período de 1980/2002 calculou-se o balanço hídrico da área e, a partir deste, a recarga natural anual para o aquífero.

As representações cartográficas fundamentaram os resultados e conclusões:

- **das implicações do uso do solo em 1994; 1998; 2002**, relacionando-os às estimativas de população permanente e temporária para o período de 1994 a 2002, consumo de água subterrânea anual, quantidade de esgoto produzido e recarga subterrânea induzida e a carga potencial de contaminação por nitrato ao sistema aquífero;
- **representação da ocupação sobre o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI** – uma análise tridimensional do espaço;
- **uso de poços e/ou ponteiras conforme as classes de profundidades**: com sobreposição dos mapas de arruamento, cota da base do aquífero(Costa et al.1996), mapa geológico(Ferreira,1999).

5– FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica representa o quadro descritivo da literatura existente sobre assuntos de interesse da pesquisa. Nesse sentido, foram realizados levantamentos e estudo do material para auxiliar na interpretação dos dados adquiridos.

5.1 Revisão Bibliográfica

Há muitas referências em relação a estudos envolvendo os impactos da ocupação urbana sobre aquíferos costeiros, no Brasil, sobretudo aqueles situados no nordeste brasileiro. Quanto à bibliografia internacional citam-se trabalhos realizados em Portugal, Espanha, Argentina. Considerar-se-á nesta revisão bibliográfica somente o conjunto dos trabalhos desenvolvidos na Ilha de Santa Catarina acerca do contexto da pesquisa, assim como àqueles específicos sobre o aquífero em estudo. Nesse sentido, as abordagens envolvem informações que caracterizam a hidrogeologia da Ilha de Santa Catarina, a qualidade do Aquífero Freático do Campeche e os aspectos importantes para a pesquisa referentes aos trabalhos específicos sobre o Aquífero Ingleses do Rio Vermelho.

Guedes (1999) realizou um mapeamento em meio digital, das características principais das águas subterrâneas ocorrentes na Ilha de Santa Catarina. Neste trabalho, o autor denominou os dois sistemas aquíferos em que está constituída a hidrogeologia da Ilha de: “Sistema Aquífero Cristalino Fraturado e o Sistema Aquífero Sedimentos Inconsolidados”. Subdividiu os sistemas aquíferos em unidades aquíferas conforme a produtividade (vazão), relacionando uma estimativa média de vazão para cada aquífero a partir dos seguintes parâmetros: tipo de aquífero e suas características litológicas; regime pluviométrico da Ilha; extensão de ocorrência dos aquíferos; existência de poços na unidade, não existindo poços na unidade, ou sendo escassos os dados, analogia a poços em unidades semelhantes da Grande Florianópolis ou por bibliografia.

O manancial subterrâneo que compreende a área do distrito em estudo estendendo-se até o Distrito de São João do Rio Vermelho é considerado como um sistema aquífero único e denominado nesta dissertação de SASFI – Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses.

Borges (1996) após um trabalho realizado sobre o “Aquífero Freático Campeche” localizado na porção centro-leste da Ilha de Santa Catarina caracterizou-o como: “aquífero do tipo poroso, livre e contínuo”, a partir da análise de informações sobre os perfis geológico e hidrogeológico dos poços existentes. Constituído “totalmente por sedimentos arenosos, quartzosos, com granulometria variando de fina a média, localmente grossa na

base, cores branca, bege a amarelada clara, grãos subarredondados a bem arredondados, moderadamente selecionados, com pouca matriz argilosa.”(Borges,1996:48).

O referido autor realizou análises químicas de diversos parâmetros em cinquenta e nove (59) amostras observando a presença do íon nitrato em quase todas elas indicando contaminação do lençol freático e com tendência a aumentar devido à concentração populacional. Concluiu que o “aquífero por ser poroso e freático é altamente vulnerável a ação de substâncias tóxicas, poluentes e contaminantes, carregadas para o lençol subterrâneo através do processo de infiltração das águas pluviais.”(Borges,1996:79).

A revisão bibliográfica referente ao contexto local é constituída por trabalhos específicos desenvolvidos do aquífero e pesquisas sobre o uso da água subterrânea na área de estudo.

No trabalho realizado pela EPT (2002), já citada anteriormente, foram caracterizados vários aspectos sobre o Aquífero Ingleses do Rio Vermelho que se referem à: qualidade das águas subterrâneas, criação de cenários de utilização futura do aquífero, vulnerabilidade, potencial de contaminação orgânica e outros.

Neste estudo, a qualidade das águas subterrâneas foi caracterizada a partir de amostras da água bruta composta, e amostras de alguns poços tubulares e piezômetros. A água bruta composta significa, amostra após a mistura por completo das águas provenientes dos vários poços e que chegam à ETA - Estação de Tratamento de Água, através de adutoras.

Os parâmetros analisados naquele estudo foram: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade elétrica, resíduo total, turbidez, dureza, nitrato, coliformes totais, coliformes fecais, cloreto, além das análises dos teores de Ferro (Fe) dissolvido, as quais são realizadas regularmente pela própria CASAN nas águas retiradas dos poços tubulares.

Os técnicos da EPT produziram vários mapas sobre o aquífero de Ingleses do Rio Vermelho, tais como: potencial de contaminação orgânica, carga de contaminação e vulnerabilidade do aquífero de Ingleses. Além de mapa de curvas de isopropundidade do embasamento cristalino do aquífero; isopropundidade da base do aquífero e espessura da zona não saturada.

Marques(2001) realizou um estudo abordando as conseqüências do aumento populacional nas Dunas dos Ingleses e Capivari sobre a qualidade da água de abastecimento do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho. Apesar de não ter efetivamente demonstrado a influência da ocupação sobre a qualidade da água pela absoluta falta de condições de realizar as análises necessárias, o trabalho fundamenta muito bem o processo

de ocupação no Distrito a partir do desenvolvimento turístico da Ilha de Santa Catarina. Estabelece através de gráficos a proporcionalidade entre o crescimento da população residente do Distrito e aquela do município de Florianópolis a partir de 1960. A autora aplicou cem (100) questionários na sua área de estudo obtendo dados sobre as fontes de captação de água, profundidade dos poços, o destino das águas servidas e outros. Retrata por meio de fotos e relatos de moradores a precariedade da infra-estrutura ao longo da praia dos Ingleses e das áreas de ocupação irregular – dunas - mostrando as péssimas condições das ruas sem sistema de coleta de esgoto, sem água encanada e sem calçamento.

Westarb(1999) realizou juntamente com os alunos da EBM Gentil Mathias da Silva, escola situada no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho uma pesquisa sobre as fontes de água utilizadas pela comunidade, profundidades das ponteiros e poços, tipos de esgotamento sanitário. Foram realizadas 269 entrevistas através de questionário em residências da comunidade. Conclui que nas residências entrevistadas o abastecimento público de água predomina apresentando, entretanto, um considerável uso de ponteiros e poços de uso doméstico; que o sistema de tratamento de esgoto é individual através de fossas sépticas de diferentes características construtivas utilizadas generalizadamente pela comunidade entrevistada.

Em 1996, técnicos da CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais(Costa et al.1996) realizaram um relevante trabalho sobre as águas subterrâneas na porção nordeste da Ilha de Santa Catarina. A partir de levantamento geofísico indicaram os seguintes parâmetros médios para o aquífero: porosidade dominante entre 35% e 45%; capacidade específica de retenção de 15%. Com estes dados a porosidade eficaz do aquífero foi estabelecida entre 20 e 30%.

Para caracterizar a velocidade de circulação do aquífero de Ingleses do Rio Vermelho os autores estabeleceram os seguintes valores médios para determinados parâmetros: gradiente hidráulico médio de 0,015 m/m, permeabilidade de 0,001m/s; velocidade do fluxo superficial das águas subterrâneas de $15 \cdot 10^{-6}$ m/s correspondendo a 1,3 m/dia; velocidade nos poros de 3 a $4,5 \cdot 10^{-6}$ m/s, cerca de 30 cm/dia.

Com base na presença da cunha salina foi delimitado o aquífero no norte, na praia dos Ingleses, e, no sul na praia de Moçambique. Na praia do Santinho a cunha salina encontra-se ausente, revelando-se como a área em que a água doce do aquífero é descarregada para o oceano. A compartimentação e as áreas de maior acúmulo de águas subterrâneas foram reveladas a partir da modelagem das sondagens elétricas verticais. Segundo os referidos autores, há uma compartimentação do aquífero com zonas de maiores

espessuras, separadas por “altos regionais”, constituindo três sub-bacias com cotas de até 80 m de profundidade (Figura 09) como segue:

- “Sub-bacia dos Ingleses”: uma zona mais espessa que se estende do centro-sul da praia dos Ingleses até o norte da praia do Santinho (Costa et al.1996:11);

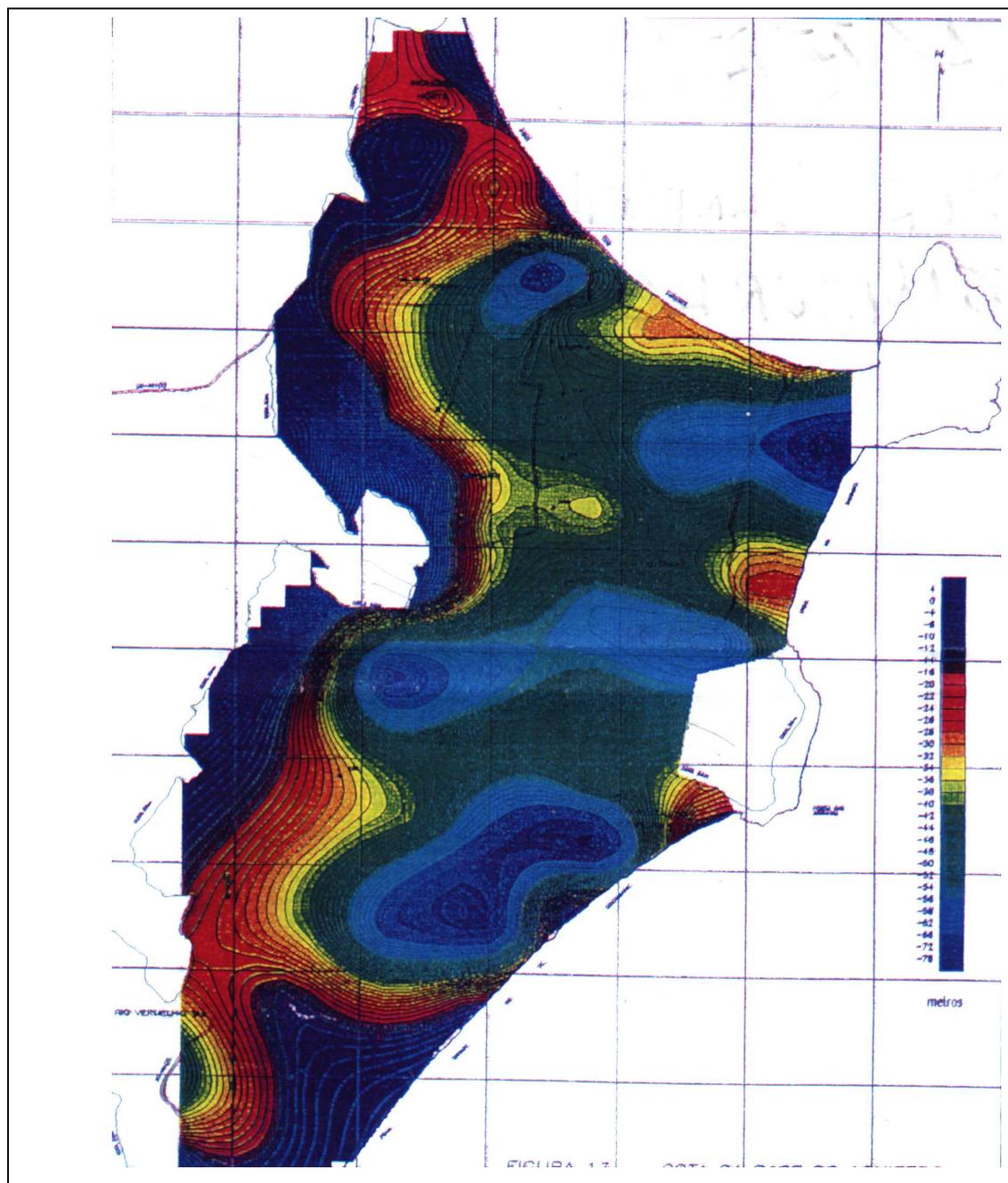


Figura 09 - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses SASFI - Sub-bacias, segundo Costa et al.,1996.

5.2 Conceitos e Fundamentos Geológicos, Hidrogeológicos e Climáticos

Nesta parte são apresentadas as abordagens que envolvem conceitos e comportamentos dos fatores pertinentes ao tema, bem como citações de livros que têm

relação com os assuntos enfocados na pesquisa. Nesse sentido, são focalizados os fundamentos geológicos, hidrogeológicos, climáticos.

A água subterrânea é toda água que se encontra abaixo da superfície da Terra. Embora esta seja evidentemente subterrânea, na hidrogeologia a designação água subterrânea é conferida à água que se encontra circulando na zona saturada, isto é, na zona situada abaixo da superfície freática (Manoel F^o.1997; Custódio e Llamas,1983).

A Hidrogeologia ou a Hidrologia Subterrânea para alguns autores, estuda aquelas formações geológicas que permitem a circulação de água e o fornecimento da mesma em quantidade apreciável para a utilização (Custódio e Llamas,1983).

O termo “aqüífero”, segundo Todd (1959), tem origem latina. “aqüi” é uma forma combinada de “aqua”, significando água, e “fer” que vem de “ferre” suportar. Para o autor “aqüífero é então, um suporte de água”.

Manoel Filho(1997:22) “denomina de aqüífero a uma formação geológica que contém água e permite que quantidades significativas dessa água se movimentem no seu interior em condições naturais”.

O referido autor classifica os aqüíferos de acordo com a pressão das águas nas suas superfícies limítrofes e em função da capacidade de transmissão de água das respectivas camadas limítrofes: do topo (camada confinante superior) e da base (camada confinante inferior), como segue:

*1) “**aqüífero livre ou freático ou não confinado** é aquele cujo limite superior é uma superfície freática, na qual todos os pontos se encontram à pressão atmosférica:*

*a) **aqüífero livre drenante:** cuja base é semipermeável.*

*b) **aqüífero livre não drenante:** cuja base é impermeável.*

*2) **aqüífero confinado**, também chamado sob pressão, é um aqüífero no qual a pressão da água no topo é maior do que a pressão atmosférica. Compreende dois tipos: confinado não drenante e confinado drenante.*

*a) **aqüífero confinado não drenante:** aquela cujas camadas limítrofes, superior e inferior, são impermeáveis;*

*b) **aqüífero confinado drenante:** aquela no qual pelo menos uma das camadas limítrofes é semipermeável, permitindo a entrada ou saída de fluxos pelo topo e/ou pela base, por drenança ascendente ou descendente;*

3) **aquífero suspenso** é um caso especial de aquífero livre formado sobre uma camada impermeável ou semipermeável de extensão limitada e situada entre a superfície freática regional e o nível do terreno. Esses aquíferos às vezes existem em caráter temporário, na medida em que drenam para o nível freático subjacente” (Manoel Fº, 1997:23).

No âmbito da Hidrologia Subterrânea a pesquisa desenvolvida sobre os aquíferos pode ser agrupada de acordo com a litologia dos reservatórios subterrâneos. São consideradas três grandes categorias, a saber:

1ª **“Hidrogeologia Clássica”** é a hidrogeologia dos meios porosos, isto é, aquíferos constituídos em formações sedimentares clásticas e sedimentos inconsolidados como nas dunas e aluviões relativamente recentes, abrangendo também elúvios(regolito) e colúvios. Estes aquíferos constituem os melhores e maiores reservatórios de água subterrânea, são chamados isotrópicos¹ porque possuem comportamento de meio contínuo. Por conseqüência, são também os mais estudados, oferecendo farto material de funções analíticas tanto para análises de fluxo quanto para estudos dos mecanismos de poluição(Feitosa, 1997:53).”

2ª **“Hidrogeologia de Meios Fissurados”** se ocupa das rochas cristalinas de um modo geral. A pesquisa de água subterrânea nos meios fissurados ou raturados encontra-se bem menos desenvolvida que a Hidrogeologia Clássica, embora atualmente venha crescendo o interesse pela água subterrânea como reserva estratégica tendo em vista as grandes áreas ocupadas por rochas cristalinas. Os aquíferos caracterizam-se por possuir elevada anisotropia² e heterogeneidade, sendo por isso totalmente descontínuo no espaço. Encontram-se em áreas como o cristalino do Nordeste do Brasil, nas áreas elevadas no litoral catarinense, ou mesmo nos basaltos no planalto sul-brasileiro. Os estudos destes aquíferos atualmente estão desenvolvendo-se(Feitosa,1997:53).”

3ª **“Hidrogeologia de Meios Cársticos”** preocupa-se com as feições cárstica mais comuns, como os canais de dissolução e mesmo cavidades de grande porte. São aquíferos que também possuem anisotropia. Embora seus reservatórios sejam muito localizados podem fornecer descargas substanciais (Feitosa,1997:53).”

5.2.1 Aquíferos Costeiros

São aqueles situados na zona costeira. No Brasil, a zona costeira corresponde às Bacias Geológicas Costeiras configurando a Província Hidrogeológica Costeira (DNPM/CPRM,1983) individualizadas em nove setores que vão de 10a até 10i, na Figura 10 de Rebouças,(2002:131). Formam uma estreita faixa descontínua que se estende ao longo da zona costeira, do Amapá ao Rio Grande do Sul (Figura 10).

¹ “isotrópico”: aquíferos homogêneos que apresentam as mesmas propriedades físicas em todas as direções.

² “anisotrópicos”: aquíferos heterogêneos, pelo caráter aleatório em seu fraturamento a armazenagem de água é pouco previsível.

A Província Hidrogeológica Costeira “é formada pelos domínios continentais de bacias sedimentares oceânicas, sendo comparativamente a mais ameaçada das províncias hidrogeológicas brasileira, pela forma de extração desordenada das águas subterrâneas no Brasil (Rebouças, 2002:138)”.

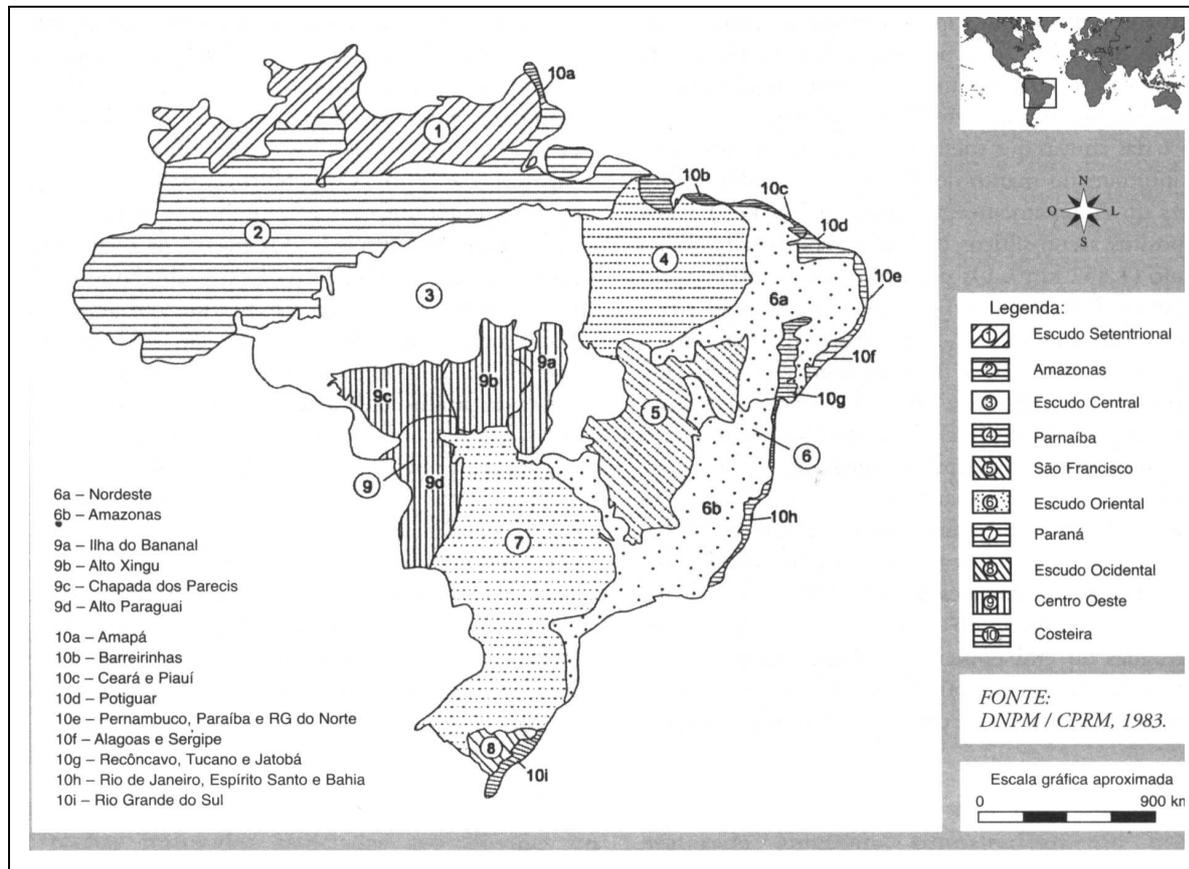


Figura 10 - Províncias Hidrogeológicas do Brasil
(Fonte: Rebouças, 2002:131).

As águas doces destes aquíferos mantêm estreita relação de dependência com as águas salgadas, o que lhes confere características bem marcantes. A relação entre a água doce e a água salgada, ou salobra, é controlada primariamente por diferenças em suas densidades. A densidade da água é determinada pela quantidade de minerais, tais como o sal (NaCl), que a água contém em solução. A água doce possui em unidades métricas uma densidade de 1g/cm^3 e a densidade da água do mar é de cerca de $1,025\text{ g/cm}^3$ (Heath, 1982).

Dessa forma, a água doce sendo menos densa vai flutuar sobre a água do mar e esta penetrando pela parte inferior do corpo de água doce forma a “cunha salina” (Figura 11).

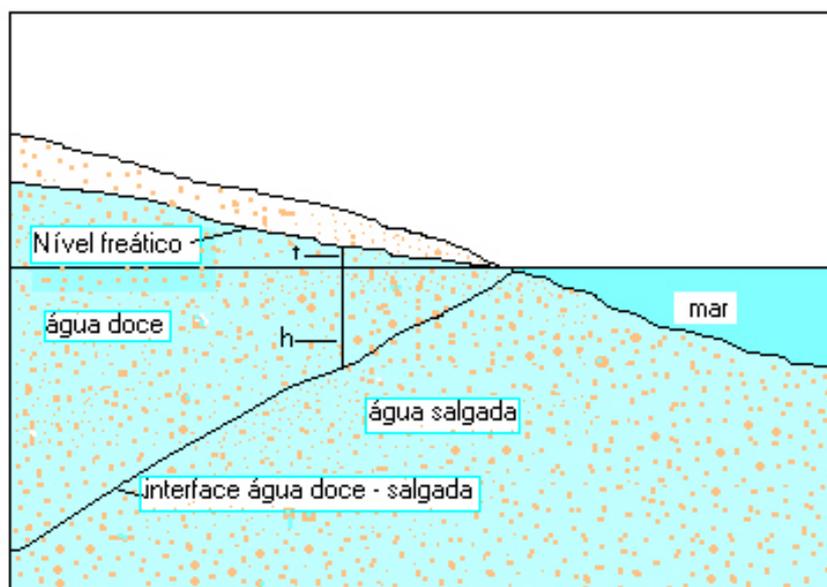


Figura 11 - Aquífero Costeiro
(Modificado de Custódio & Llamas, 1983)

O contato entre a água doce e a água salgada cria uma zona de transição, a interface água doce/água salgada, que em condições naturais pode sofrer alterações a longo prazo, devido às modificações das condições climáticas e ainda aquelas causadas pelos efeitos de marés (Custódio & Llamas, 1983).

Sobre o equilíbrio entre a água doce e a água salgada, Custódio & Llamas (1983:1341) descrevem: “o equilíbrio entre a água doce e água salgada nos aquíferos costeiros é função do escoamento de água doce sobre o mar. Quando se estabelecem captações de água há uma redução neste fluxo e, portanto, há uma nova posição na interface de modo que se supõe uma maior penetração da água do mar”. Portanto, se as extrações de água estão acima das condições de recarga há um desequilíbrio e a água do mar vai penetrar lenta, mas continuamente até alcançar as captações.

Quando não há exploração, a água flui para o mar através de cursos de água superficiais, ou mesmo subterraneamente, mantendo uma certa posição da interface água doce – água salgada e também contribui para manter um balanço de sais no aquífero.

Se a água doce circula por sedimentos que tiveram contato com a água marinha, aumenta consideravelmente seu conteúdo em cloreto de sódio, uma vez que a primeira por sua característica solvente carregou os sais por onde passou. O que caracteriza o começo da intrusão marinha no aquífero é uma rápida elevação do conteúdo de cloretos (Custódio & Llamas, 1983).

5.2.2 Recarga

A fonte de recarga natural para a maioria dos aquíferos é a precipitação pluvial. A precipitação pluviométrica que recarrega o aquífero, infiltra-se nas denominadas áreas de recarga.

A recarga subterrânea é comumente considerada como o processo de movimento de água que atinge a zona saturada sob forças gravitacionais, ou em uma direção específica por condicionamento hidráulico (Vasconcelos,1999).

Lerner (1990, apud Vasconcelos 1999) identificou cinco tipos de fontes para a recarga subterrânea: precipitação, rios, fluxos interaquíferos, irrigação e recarga urbana.

Para Rushton (1988, apud Vasconcelos,1999) a “**recarga real**” é a parte da água que atinge efetivamente o aquífero, enquanto que a “**recarga potencial**” envolve toda água disponível para a recarga subterrânea. As quantidades entre as duas recargas são diferentes tendo em vista que a quantidade de água disponível para a recarga potencial está sujeita à influência da zona não saturada, ou seja, pode não chegar totalmente até o aquífero.

Desta forma, Vasconcelos (1999) associou os termos de Rushton às parcelas de água da precipitação pluviométrica correspondente à recarga subterrânea no balanço hídrico. Neste, a “infiltração eficaz” (Castany,1975) é a responsável pela recarga subterrânea correspondendo, portanto à “recarga real” enquanto que a “infiltração total” mencionada nas expressões do balanço hídrico corresponde à “recarga potencial”.

Nesta dissertação a recarga subterrânea será enfocada sob os aspectos relativos à sustentação do SASFI do ponto de vista quantitativo e qualitativo. Do ponto de vista quantitativo calculando-se a “**recarga real**” através do valor encontrado para a “infiltração eficaz”(Castany,1975) no balanço hídrico da área em estudo.

Quanto ao aspecto qualitativo será estimado o volume referente às descargas de esgotos, consideradas como “**recarga induzida**”(Hirata e Ferreira,2001) nos sistemas aquíferos livres.

Nos sistemas aquíferos a identificação das áreas de recarga subterrânea é fundamental para a proteção da água subterrânea tanto do ponto de vista da manutenção quantitativa quanto qualitativa.

Contudo, as áreas de recarga subterrânea em aquífero livre constituído por depósitos arenosos incidem sobre toda a área de ocorrência destes. Portanto, a ocupação urbana nestas condições tem como conseqüência direta modificações nos processos que envolvem a recarga. As modificações ocorrem no nível dos processos de infiltração das chuvas seja pela impermeabilização dos terrenos que diminui a área de infiltração seja

pelas construções que deformam o gotejamento da chuva quando esta cai sobre a superfície do terreno. Ou ainda, a ocupação urbana instala atividades que podem adicionar substâncias e/ou compostos químicos e orgânicos ao aquífero capazes de alterar a qualidade das águas subterrâneas até impossibilitar o seu uso.

Portanto, as áreas de recarga devem ser identificadas visando o planejamento e restrição à ocupação urbana de maneira a impedir ou minimizar os riscos à manutenção das boas condições do aquífero tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo.

5.2.3 Balanço Hídrico

A estimativa do balanço hídrico obedece ao princípio da “conservação da massa, segundo o qual, em um sistema qualquer, a diferença entre as entradas e as saídas é igual à variação do armazenamento dentro do sistema”(Manoel Fº,1997). Essa diferença está diretamente relacionada aos fatores que integram o ciclo hidrológico também envolvidos na equação do balanço. Dentre esses fatores inclui-se o movimento da água subterrânea, que é conduzido basicamente pelos aspectos geológicos e hidrológicos, os quais são responsáveis pela ocorrência da água em subsuperfície e pelo suprimento da água para o solo, respectivamente (Todd, 1959).

Esta técnica tem sido largamente utilizada na estimativa da recarga que é calculada com o que restou das perdas, escoamento superficial e evapotranspiração, deduzidas a partir da precipitação atmosférica.

Segundo Castany (1975), com algumas exceções as regras aplicadas no balanço hídrico global são as mesmas utilizadas para o balanço hídrico de aquíferos livres a partir de simples discriminação dos processos em que se divide a água proveniente da precipitação. O autor salienta que, neste caso, o volume considerado não é constante devido às variações na superfície potenciométrica dh e que o principal aporte de um aquífero livre é a infiltração eficaz I_e .

Sabe-se que a partir da lâmina de água precipitada sobre a área (P), podem ocorrer três processos básicos: o escoamento superficial (E_s), a infiltração total (I_T) e a evapotranspiração real (E_r).

Deste modo, a expressão geral do balanço hídrico é:

$$P = E_s + E_r + I_T \quad (1)$$

A infiltração total (I_T) inclui a água retida no solo (I_r) e a água que penetra na subsuperfície denominada infiltração eficaz (I_e), que corresponde à parcela da precipitação que alimenta a reserva subterrânea.

Castany (1975) recomenda a introdução da infiltração eficaz (I_e), calculada sobre a diferença entre a precipitação (P) e a evapotranspiração real (E_r) mais o escoamento superficial (E_s), conforme a expressão:

$$I_e = P - (E_r + E_s) \quad (2)$$

O escoamento superficial na área estudada, isto é no Distrito de Ingleses é insignificante, considerando-se os aspectos geológicos e geomorfológicos. No que se refere aos aspectos geológicos, o escoamento superficial praticamente imperceptível devido à constituição dos depósitos que são predominantemente arenosos extremamente favoráveis à infiltração, além das boas condições de permeabilidade e porosidade existentes. Quanto aos aspectos geomorfológicos, a área constitui-se predominantemente da planície costeira possuindo um baixo gradiente topográfico não interferindo, portanto, no escoamento superficial.

Deste modo, pode-se omitir o escoamento superficial escrevendo a expressão para a obtenção da infiltração eficaz da seguinte forma:

$$I_e = P - E_r \quad (3)$$

Para que se proceda à avaliação desse balanço são necessárias as considerações acerca dos principais componentes climáticos e hidrológicos, representados pelas precipitações pluviométricas, temperaturas, evapotranspiração e infiltração, além das condições geológicas que envolvem a água subterrânea. É fundamental para o balanço o período de referência, em que o mesmo é considerado e também a interação dos referidos parâmetros durante esse período.

5.2.3.1 Precipitação Pluviométrica

É um dos componentes primários do ciclo hidrológico, qualificando-se como fator essencial, pois constitui a matéria prima do referido ciclo.

A precipitação é entendida como toda água proveniente da atmosfera que atinge a superfície terrestre. As diferentes formas de precipitação são: chuva, granizo, saraiva e neve. O que as diferenciam é o estado em que a água se encontra (Martins & Souza Pinto, 1976).

Há três tipos de condições para precipitações pluviais dependendo dos fenômenos meteorológicos que as originam ou as acompanham, a saber: frontais, orográficas e convectivas (Martins & Souza Pinto, 1976).

A precipitação pluvial é a principal responsável pela recarga de aquíferos principalmente, quando se encontram em áreas constituídas por depósitos arenosos, como é o caso da área objeto desta dissertação.

Medir-se a precipitação pluvial significa medir potencialmente a quantidade de água disponível para a recarga de água subterrânea em determinada área e para o aquífero existente.

A quantificação da precipitação é feita por pluviômetros e por pluviógrafos. Consiste em determinar a altura da precipitação em milímetros, que se depositaria sobre a superfície horizontal durante um determinado período de tempo, se não ocorresse evaporação, escoamento superficial e infiltração (Martins & Souza Pinto, 1976).

5.2.3.2 Temperatura do ar

A temperatura do ar aumenta ou diminui a partir do solo com ou sem vegetação, conduzido pelo balanço de irradiação da superfície do solo. O solo é o principal receptor da radiação solar, assim como é também um emissor de energia. As trocas de calor do ar com a superfície do solo se dão basicamente por condução e por convecção (Martins & Souza Pinto, 1976).

A medição da temperatura do ar pode ser feita através de termômetros ou de termógrafos (Martins & Souza Pinto, 1976).

Neste trabalho, as medidas de temperatura foram feitas pela manhã em termômetro de máximas e mínimas (a máxima corresponde a do dia anterior). O termômetro encontra-se em abrigo externo com paredes de venezianas e coberturas de cimento amianto ondulado.

5.2.3.3 Evapotranspiração

Sabe-se que boa parte da água que chega à superfície terrestre volta à atmosfera em forma de vapor, diretamente por evaporação ou através das plantas pela transpiração.

Evapotranspiração é o resultado dos processos que pelo qual a água passa do estado líquido para o estado gasoso, diretamente através das rochas, solos, depósitos sedimentares e através das plantas retornando a atmosfera em forma de vapor. Ou seja, a evapotranspiração é a junção de dois fenômenos evaporação mais transpiração. A evaporação é um processo físico e a transpiração é um processo biológico. Em última

análise o termo só é aplicável corretamente em área coberta por vegetação. Quando não existe vegetação, só pode se falar em evaporação (Custódio e LLamas, 1983).

O conhecimento da evapotranspiração, associada com o ganho de água através das precipitações, permite determinar a disponibilidade hídrica de uma determinada área no período analisado (Tubéllis & Nascimento, 1937).

O sistema Thornthwaite (1948) consiste em comparar a quantidade de água recebida com a chuva com a quantidade perdida pela evapotranspiração. Dessa comparação, o autor desenvolveu os conceitos de “*Evapotranspiração Potencial e Evapotranspiração Real*”.

Segundo Nimmer (1977), para qualquer área da superfície terrestre há uma diferença entre a quantidade de água evapotranspirada, “*Evapotranspiração Real*”, ou seja, aquela que evapotranspiraria se houvesse água disponível e a “*Evapotranspiração Potencial*”, isto é se houvesse uma renovação constante de água para o ecossistema.

A Evapotranspiração Potencial (**Ep**) é a máxima perda de água, na forma de vapor para a atmosfera que ocorre em função dos fatores temperatura média mensal e a latitude do local, que interagem no processo. Quanto à evapotranspiração real (**Er**), esta ocorre às custas da precipitação e da diminuição do armazenamento de água no solo. Enquanto não ocorre deficiência de água no solo a evapotranspiração real é igual à evapotranspiração potencial (Tubéllis & Nascimento, 1937).

O solo é reservatório natural de água para a recarga de aquíferos livres. Quando a sua capacidade de armazenamento é satisfeita permite a percolação da água excedente para níveis inferiores alimentando os aquíferos.

5.2.3.4 Infiltração

O conceito de infiltração foi introduzido no ciclo hidrológico por Horton (1933) segundo Manoel F^o.(1997:15), definindo-o como a capacidade de infiltração potencial f_p . Corresponde à taxa máxima a qual um dado solo pode absorver a precipitação numa certa condição.

Para Manoel F^o (1997), água infiltrada no solo pode ser dividida em três partes:

- a primeira parte permanece na zona não saturada;
- a segunda parte, denominada de interfluxo, pode continuar a fluir lateralmente, na zona não saturada;
- e a terceira é que pode percolar até o nível freático, constituindo a recarga.

5.3 Inventário de pontos d'água

O inventário dos pontos d'água é uma técnica de investigação hidrogeológica útil e econômica para conhecer rapidamente as características hidrogeológicas de um aquífero, sem a necessidade de recorrer a reconhecimentos diretos como: sondagem, piezômetros e outros, cujo custo é mais elevado e exige mais tempo de realização (Custódio e LLamas, 1983).

Os autores Custódio e LLamas (1983:1558) definem ponto d'água como: “um lugar, obra civil, ou circunstância que permita o acesso direto ou indireto ao aquífero considerado”. Ou seja, são todas as perfurações existentes que sejam ou não exploradas, abandonadas ou inclusive destruídas (poços, sondas, etc.), as fontes, ou surgências, que em princípio devem ser consideradas como pontos de descarga natural dos aquíferos, e os lagos e lagoas, pois representam os verdadeiros afloramentos de aquíferos superficiais (Custódio e LLamas, 1983).

O levantamento de campo permitiu que se obtivesse dados de localização geográfica, tipos de poços e profundidade. Através das profundidades das ponteiros e/ou dos poços foi possível avaliar as diferenças existentes entre as sub-áreas para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho. Relacionaram-se as obras de captação de água subterrânea aos depósitos sedimentares e também às áreas de maior vulnerabilidade do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses.

5.3.1 Tipos de obras de captação de água subterrânea

Toda perfuração através da qual obtém-se água de um aquífero é, genericamente, chamada de poço. Há muitas formas de classificá-los. Zimbres (2003) classificou os poços com base na profundidade que determina de uma forma geral o método construtivo como segue: poço escavado, ponteira cravada e poços profundos.

Os “**poços escavados**” são poços cilíndricos, abertos manualmente, com o uso de picareta e pá, com diâmetros de 1 a 2 metros, em média com 1,50 metros. É o tipo mais utilizado pela população rural brasileira e, recebe nomes distintos, dependendo da região: cisterna, cacimba, cacimbão, poço amazonas, poço caipira, ou simplesmente poço. Só podem ser escavados em material não muito resistente, geralmente solo, regolito e depósitos sedimentares pouco consolidados.

A “**ponteira cravada**” é uma haste perfurada, revestida por tela, com terminação cônica e que é cravada no terreno, através da qual pode-se retirar água com bomba de

sucção. Muito popular só funciona em aquíferos muito rasos. Muito usadas em obras de engenharia civil para o rebaixamento do lençol freático.

Os “**poços profundos**” são poços perfurados com máquinas, com profundidades que variam de 40 a 1000 metros. Em alguns casos profundidades maiores são atingidas quando se procura a produção de água aquecida pelo geotermalismo. A perfuração de um poço demanda conhecimento técnico especializado.

5.3.2 Técnicas de Perfuração

5.3.2a Percussão: a rocha é perfurada através da batida constante de uma ferramenta chamada trépano, presa a um cabo de aço, que é movimentado para cima e para baixo, através de um balancim acionado por motor. A perfuração por percussão é indicada para formações bem consolidadas ou rochas dura, e profundidades não superiores a 250 metros. Em formações pouco consolidadas as paredes podem entrar em colapso, o que obriga o uso de revestimento à medida que o poço se aprofunda, o que cria dificuldades adicionais para a continuidade do trabalho (Zimbres,2003).

5.3.2b - Rotativa: a perfuração se dá através do movimento rotatório de uma broca, ao mesmo tempo em que se faz circular lama no poço. Esta lama além de servir para trazer o material triturado para cima serve para refrigerar a ferramenta de corte e para manter uma pressão contínua dentro do poço, de forma a conter suas paredes, evitando assim seu colapso. A lama poderá ser injetada pelo furo central da haste de perfuração, subindo pelo espaço anelar, ou vice versa. Esta técnica é indicada para formações moles. O revestimento do poço é feito no final, antes de bombear toda a lama (Zimbres, 2003).

5.4 Fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas

A utilização dos recursos hídricos de origem subterrânea para uso doméstico, industrial e agrícola vem aumentando substancialmente o que pressupõe o retorno de pelo menos de 80% do volume utilizado (Sperling,1996) aos sistemas aquíferos em áreas em que não há sistema de coleta e tratamento de esgotos; aos sistemas de tratamento, saneamento ou diretamente nos riachos, rios e sistemas pluviais.

Duas classificações são citadas neste trabalho. Uma distingue as possíveis fontes de contaminação e a outra classifica as fontes conforme os tipos de ocupação na área.

Manoel Filho (1997:110) cita a classificação estabelecida pelo “Office of Technology Assessment” (OTA) do Congresso dos Estados Unidos e modificada por Fetter (1993), distinguindo as possíveis fontes de contaminação:

“Fontes projetadas para recepção de substâncias:

Fossas sépticas com águas residuais e esgotos domésticos;

Poços de injeção (resíduos perigosos, run-off urbano, esgotos municipais);

Aplicações no solo como fertilizantes de lodos de estações de tratamento, esterco de animais – currais, aviários e outros;

Nitrogênio, fósforo e metais pesados podem originar-se dessas fontes e contaminar as águas subterrâneas.

Fontes projetadas para armazenar, tratar ou receber substâncias:

Aterros sanitários (lixões urbanos, restos de demolições, lodos de estações de tratamento, materiais tóxicos e resíduos perigosos de fundições ou indústrias);

Valas clandestinas abertas (lixos domésticos queimado, cujas cinzas diluídas pelas chuvas, podem produzir contaminações da água subterrânea);

Resíduos da mineração;

Vazamentos de tanques de armazenamento (produtos de petróleo, químicos agrícolas e outros químicos).

Fontes projetadas para reter substâncias durante transporte:

Vazamentos de oleodutos, gasodutos, coletores de esgotos;

Acidentes com caminhões e trens condutores de produtos químicos.

Fontes produtoras de substâncias em virtude de outras atividades:

Irrigação (percolação do excesso de água de irrigação até o nível freático, levando pesticidas e fertilizantes dissolvidos);

Aplicações de pesticidas para controle de pragas (ervas daninhas, insetos, fungos etc.);

Aplicações de fertilizantes (nitrogênio, fósforo, potássio) dos quais (apenas o nitrogênio pode se constituir em contaminante)

Run-off urbano (sólidos dissolvidos e em suspensão, oriundos das emissões dos veículos automotores, resíduos de óleos e graxas, fezes humana e de animais);

Percolação de poluentes atmosféricos (emissões de automóveis, fumaças de indústrias, incinerações, etc...) Os poluentes incluem hidrocarbonetos, químicos orgânicos sintéticos, químicos orgânicos naturais, metais pesados, compostos de enxofre e de nitrogênio.

Fontes que podem atuar como condutores da água contaminada:

Poços produtores (óleo, gás, energia geotérmica e água), nos quais os contaminantes podem ser introduzidos durante a perfuração;

Poços mal construídos, com cimentações deficientes, e/ou com revestimento corroídos, podem constituir-se em vias de contaminação de aquífero por outro;

Poços escavados, abandonados que podem ser usados como receptores de lixo.

Fontes naturais cuja descarga é criada pela atividade humana:

Interação entre água superficial e subterrânea (indução da água de um rio contaminado em um aquífero);

Lixiviação natural (minerais dissolvidos de rochas e solos em níveis que podem atingir de 10 a 100g/l de sólidos totais dissolvidos);

Intrusão de água do mar em aquíferos costeiros (avanço regional e ascensão do cone de água salgada pela base das estruturas de captação)".

Hirata & Rebouças (1999) classificam as atividades como fontes potenciais de contaminação considerando as formas de ocupação da área em:

- fontes dispersas ou pontuais
- fontes de contaminação herdadas
- fontes existentes
- fontes futuras
- fontes abandonadas

5.4.1 Vulnerabilidade e risco de contaminação dos sistemas aquíferos

A vulnerabilidade segundo Hirata et al. (2001) é resultado das características hidráulicas e físico-químicas do solo e/ou da rocha ou sedimento que compõem a zona não-saturada e que permite o retardamento, dispersão e degradação da carga contaminante antrópica.

Segundo Foster e Hirata (1988), o conceito de risco de contaminação de aquíferos é definido pela interação entre dois fatores:

- 1º - a carga contaminante potencial que está ou poderá vir a ser aplicada na superfície do solo, como resultado de uma atividade humana;
- 2º a vulnerabilidade natural à poluição de aquíferos que é a tendência que um aquífero possui para ser degradado por determinados poluentes.

Contudo Hirata (2002) afirma que somente existirá uma carga contaminante se houver dois fatores: a presença de substâncias que tenham persistência e mobilidade para chegar ao aquífero e a existência de uma carga hidráulica associada que permita ao movimento advectivo o transporte dos compostos contaminantes.

5.4.2 Transporte de contaminantes, dispersão e atenuação em aquíferos.

A atividade humana sobre a superfície terrestre tanto modifica como introduz novos mecanismos de recarga do aquífero mudando a taxa, a frequência e a qualidade da recarga da água subterrânea (Foster, 1991).

É necessário entender os processos que envolvem a recarga, as mudanças introduzidas pela ação humana no sistema aquífero e o diagnóstico das mudanças são importantes para determinação do risco de contaminação (Hirata, 2002).

As características hidráulicas dos solos, das rochas nos aquíferos, a própria composição e origem dos poluentes são fatores que podem dificultar a contaminação das águas subterrâneas ou até eliminá-la completamente por diluição, uma vez que normalmente o volume de água no aquífero é elevado (Foster & Gomes, 1989).

Neste sentido, nos aquíferos a água subterrânea pela lenta circulação, a capacidade de adsorção dos terrenos e o pequeno tamanho dos canalículos podem retardar em mostrar a contaminação (Custódio & Llamas, 1983).

Em geral, a possibilidade de atenuação natural de contaminantes no solo ocorre em função da ação de processos básicos de transporte como advecção, difusão, dispersão, adsorção e decaimento (Sracek, 2003).

Foster & Gomes (1989) consideram que os perfis naturais do solo são capazes de eliminar muitos tipos de contaminantes da água, já que são muitos os processos envolvidos.

Contudo, cabe salientar que nem todas as condições hidrogeológicas são igualmente efetivas na eliminação de contaminantes, assim como o grau de diminuição destes também poderá variar conforme o tipo de contaminante e o processo de contaminação num determinado meio.

Caldwell (1938a, apud Foster e Drasar, 1988) mediu a migração de contaminantes desde uma fossa seca que penetrava o nível freático de um aquífero arenoso de granulação média a fina (0,5 a 0,1mm de diâmetro) com uma velocidade de fluxo natural de 0,5 m/d. A contaminação química foi detectada à uma distância de 106 m, pelo odor e variação de pH; a 94 m através de análise química.

Este estudo mostra como o transporte de contaminantes num aquífero arenoso de granulação mediana a fina é bastante rápido e se alastra estendendo-se a grande distância.

Quanto à contaminação por efluentes sanitários, o solo e as camadas não consolidadas constituem um meio eficaz de purificação microbiológica e a zona não saturada é a linha de defesa mais eficaz contra a contaminação de aquíferos subjacentes. Entretanto esta situação serve para alguns tipos de solo existindo um risco significativo de contaminação das águas subterrâneas em diversas condições hidrogeológicas (Foster & Drasar, 1988).

Assim, pode-se depreender que um aquífero consegue resistir aos contaminantes e que há formas de se evitar a contaminação, mas uma vez instalada é praticamente impossível revertê-la (Custódio & Llamas 1983). Por isso a importância de se proteger os reservatórios subterrâneos contra a contaminação, qualquer que seja a sua origem.

Os autores salientam que para proteger os aquíferos é importante que a população em geral e principalmente os empresários e administração pública adquiram conhecimentos gerais sobre as leis básicas das águas subterrâneas e sobre a contaminação das mesmas.

5.5 Sistemas de saneamento “in situ” e a carga contaminante potencial

Em lugares em que não existe uma rede apropriada de esgotos (encanamentos, coletores para tratamento), os dejetos domésticos são direcionados para sistemas sépticos (tanques sépticos e componentes de infiltração) e outras formas, que de um modo ou de outro, com maior ou menor depuração, permitem que a água residual infiltre-se no terreno.

Sabe-se que o uso generalizado de fossas sépticas constitui talvez a principal causa de contaminação da água subterrânea no mundo. A contaminação produzida é orgânica e biológica.

Custódio & Llamas (1983) relatam que existindo a circulação na zona não saturada e uma boa oxigenação ocorre a autodepuração. O problema ocorre quando o aquífero é atingido diretamente pelo efluente, pois nesse caso a depuração torna-se deficiente.

Esta situação ocorre principalmente em aquíferos não confinados. Estes podem ter o nível do lençol freático muito alto, ou, freqüentemente ter uma zona não saturada pouco espessa ou ausente, ou ainda, em momentos de recarga, isto é, de chuvas, esta contaminação pode-se fazer mais facilmente.

Os sistemas de saneamento “in situ” (fossas negras e secas) “tratam” o esgoto doméstico no próprio local de sua produção.

Como forma alternativa de tratar o esgoto doméstico, a eficácia dos sistemas de saneamento "*in situ*" está relacionada às características construtivas (características intrínsecas) e propriedades do terreno onde ela está instalada (características extrínsecas) (Espíndola, 2001).

Segundo este último autor, as características intrínsecas estão relacionadas ao projeto construtivo da fossa séptica, como compartimentos internos, entradas e saídas adequadas, compartimentos de inspeção e de saída de gases, além de suas dimensões em função do número de usuários.

As características extrínsecas estão relacionadas às propriedades hidrogeológicas do terreno onde está instalada, principalmente a permeabilidade do solo e seu posicionamento em relação à zona saturada do solo ou lençol freático.

Além dessas características, o bom resultado do tratamento do esgoto *in situ* dependerá da manutenção das fossas sépticas, executada periodicamente. A ABNT (1997) recomenda que a manutenção das fossas sépticas deve ser feita, em média, a cada ano. Nesta operação é removida a fração sólida acumulada neste período, a fim de evitar entupimentos e o baixo rendimento da digestão do esgoto.

Contudo Hirata & Ferreira (2001) asseguram que os sistemas sépticos, mesmo quando bem construídas e operadas geram cargas de nitrogênio capazes de contaminar os aquíferos. Já as fossas negras, além do nitrogênio, também estão associadas à baixa remoção de organismos patogênicos, sendo bastante grave em áreas densamente ocupadas, onde o abastecimento de água é feito por poços cacimba ou outros.

Hirata (1994) ressalta os seguintes fatores que podem trazer implicações sobre a qualidade da água subterrânea como:

- a distância entre os extratos abaixo da fossa e o nível máximo do freático durante o ano é inferior a 2 ou 3m;
- a densidade de fossas sépticas é superior a 20/ha
- as cargas hidráulicas associadas aos sistemas superam a 200mm/dia, uma vez que o ideal requer 100mm/d para propiciar um tempo adequado à degradação dos contaminantes microbiológicos durante a infiltração;
- é identificado o uso elevado de diclorobenzeno e detergente ABS ou mesmo de outros compostos organosintéticos;
- o sistema recebe efluentes industriais, onde estejam presentes contaminantes como metais pesados e solventes halogenados.

Vários autores têm se dedicado a estabelecer técnicas para avaliar as cargas de contaminantes que são capazes de alcançar os aquíferos (Foster & Hirata, 1988; Zaporozec, 2001, Johansson & Hirata, 2001, Foster et al. 2001).

Nesta dissertação utilizar-se-á a carga contaminante potencial de nitrato presente nas excretas humanas de 4 Kg/hab/ano estabelecidas por Foster e Hirata (1988). Os valores encontrados podem ser agrupados em intervalos e classificados em: elevado, moderado e reduzido potencial de geração de carga contaminante, conforme Hirata, & Ferreira (2001).

A partir do cálculo da carga potencial de nitrato, os autores acima citados sugerem como podem ser definidas as concentrações de nitrato ou cloreto que efetivamente atingem o aquífero a partir da seguinte fórmula:

$$C = \frac{1000aAf}{0,36AU + 10i}$$

onde a = conteúdo de nitrato ou cloreto nas excretas (4 e 2Kg/hab/ano, respectivamente)

f = proporção de nitrogênio que atinge o aquífero (20-40%)

A = densidade populacional (hab/ha)

i = precipitação

U = quantidade de água utilizada por habitante(l/dia/hab)

6 – RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS LEVANTADOS

6.1 Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI - e os depósitos sedimentares

O Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI – é um aquífero costeiro, poroso, não confinado ou livre e abrange toda a área ocupada do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, estendendo-se até as praias de Ingleses, Santinho e Moçambique, conforme Costa et al. (1996). Nesta dissertação, as questões analisadas se restringirão à área do aquífero que se encontra no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho.

Do ponto de vista hidrogeológico os depósitos sedimentares são exemplos típicos de formações geológicas “permeáveis por porosidade” (Custódio & Llamas,1983), capazes de acumular e armazenar grande quantidade de água de boa qualidade.

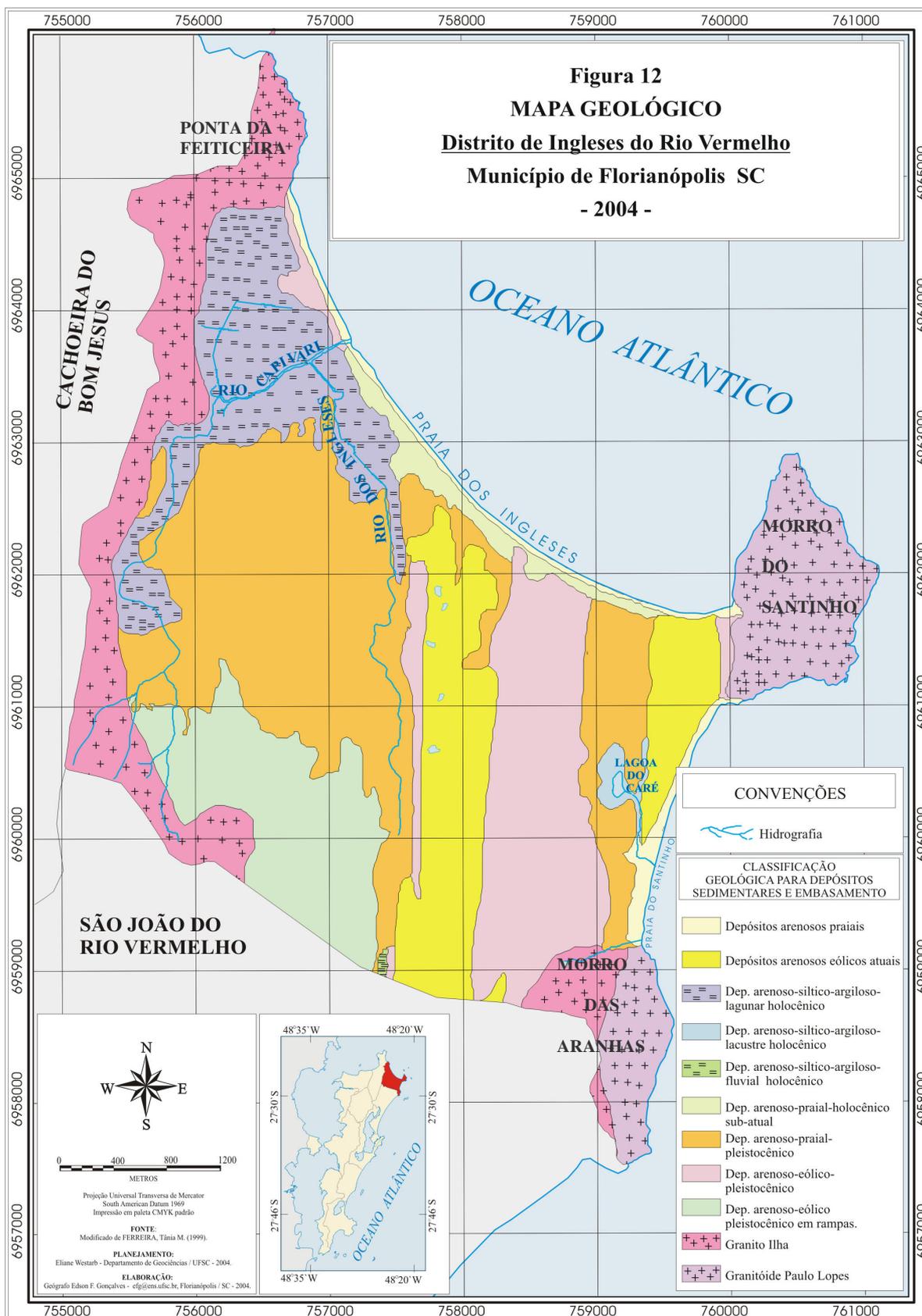
Entende-se que em hidrologia de água subterrânea, o tamanho e forma dos grãos, o grau de seleção dos sedimentos, e a conexão entre eles têm influência direta na porosidade e na permeabilidade do aquífero. Ambos são fatores determinantes para que haja disponibilidade de água subterrânea em um determinado meio. A porosidade porque indica a máxima quantidade de água que a formação ou estrato geológico pode conter quando está saturado. E, a permeabilidade porque é a propriedade que o material possui para permitir o fluxo de água através dos poros, da conexão entre eles ou de fraturas abertas e interconectadas no caso de meios fraturados (Custódio & Llamas,1983).

As areias finas com tamanhos de até 0,3mm possuem uma porosidade de 42% e a permeabilidade considerada para estes depósitos será alta a média, ou seja, o meio permite um excelente fluxo de água através dos seus poros (Karmann, 2001).

Os depósitos quaternários do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho foram estudados por Ferreira (1999) qualificando nove tipos distintos de depósitos superficiais de diferentes características morfológicas e sedimentológicas de idades holocênicas e pleistocênicas, já mencionados anteriormente (Figura 12).

Os resultados obtidos em análises do perfil E-W, topográfico e sedimentológico realizado por Ferreira (1999), demonstraram que os depósitos sedimentares de Ingleses constituem-se de areia fina e são bem selecionados.

Por conseguinte, a permeabilidade por porosidade dos depósitos sedimentares do Distrito de Ingleses aliado às condições climáticas de pluviosidade favoráveis são os fatores determinantes para a formação e manutenção do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses.



De outro modo, a seqüência deposicional dos depósitos arenosos que compõem a área do sistema aquífero até setenta e dois metros encontra-se documentada através de perfis geológicos dos poços de captação de água da CASAN (Figura 13). Na base destes poços em diferentes profundidades encontram-se camadas de argila de diferentes espessuras e cores as quais delimitam o sistema aquífero tratado.

Desta forma, como não há documentação sobre as características geológicas e hidrogeológicas dos depósitos abaixo das referidas argilas, já que não foram até então estudados, não se pode afirmar a existência ou não de outro sistema aquífero sob o SASFI.

Segundo Lauro Zanatta, geólogo da empresa concessionária de água e esgoto do estado de Santa Catarina (CASAN), as argilas configuram-se como limites para as perfurações que a empresa realiza para a captação das águas subterrâneas do SASFI. É uma forma de prevenção adotada pela empresa à possibilidade de salinização do SASFI, no caso de haver água salgada nos depósitos inferiores que poderiam ascender com o bombeamento, contaminando o aquífero superior.

6.1.1 As cotas do embasamento e a bacia de sedimentação em profundidade.

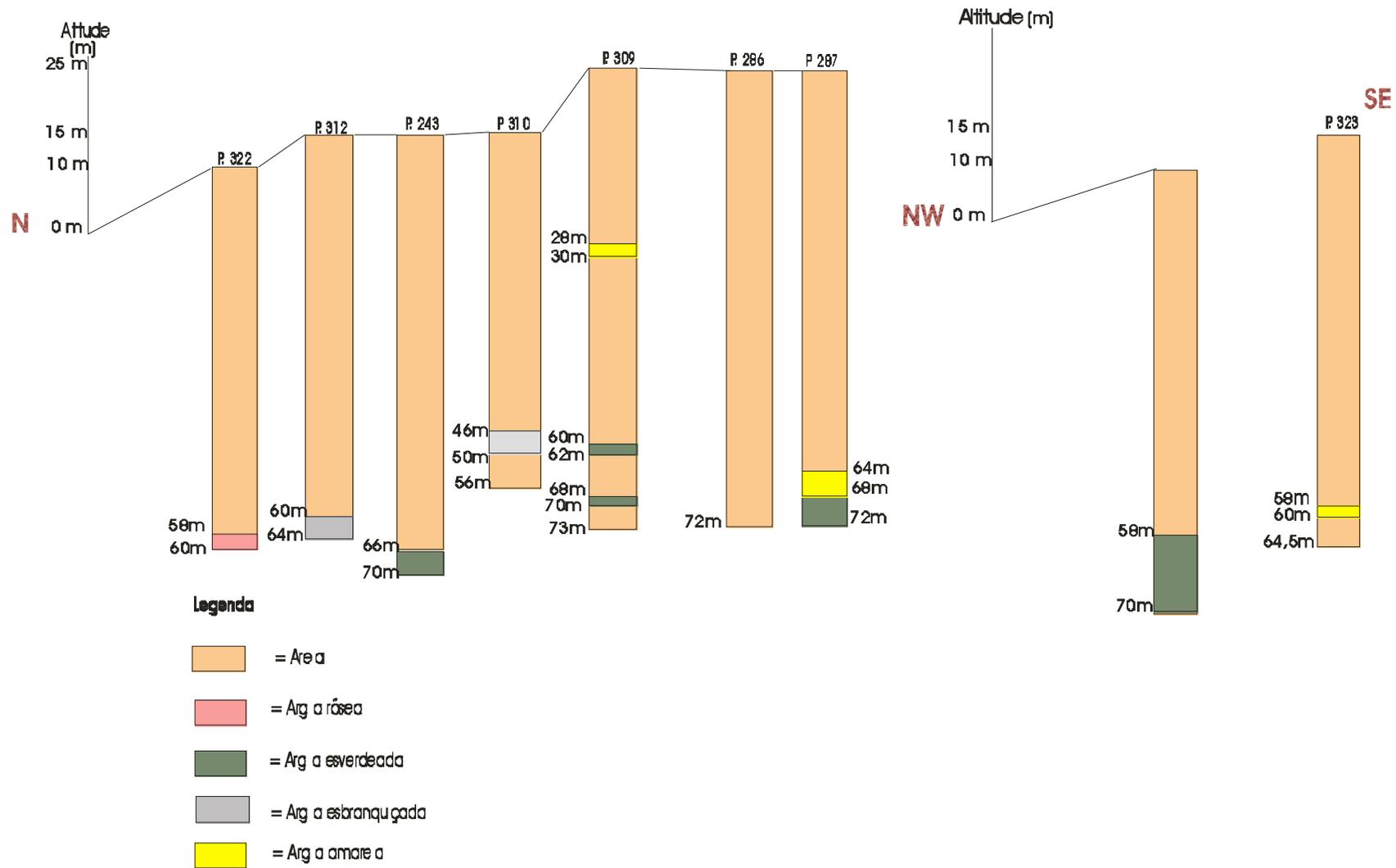
A figura 14 representa as cotas do embasamento na área de estudo. A oeste junto ao divisor de águas do Morro da Cachoeira, o embasamento está representado a partir de -4m de altitude dirigindo-se para leste em forma de cunha até -124m de profundidade, voltando a subir até -54m no limite da praia do Santinho. Aprofunda-se no Distrito de Ingleses, no sentido norte e no sentido sul formando duas sub-bacias de sedimentação de idades e tipos litológicos indefinidos.

Quanto à gênese da bacia, Costa et al.(1996) identificaram um “condicionamento do embasamento por estruturas com direções aproximadas N40°-50°E e N30°-50°W apresentando um sistema de falhas(rifteamento) provavelmente associado ao Evento Tectono-magmático Sul Atlantiano que originou a abertura do Atlântico”.

Segundo os autores acima citados este evento, “possivelmente também afastou os pontais rochosos de leste(dos Ingleses e das Aranhas) do granito Ilha a oeste”. Desta hipótese infere-se que o embasamento deve ser de basalto ou de diabásio.

Por outro lado, a planície costeira apresenta-se como uma depressão de forma alongada, similar a uma fossa tectônica ou graben.

Figura 13
 Perfil geológico de poços profundos da CASAN



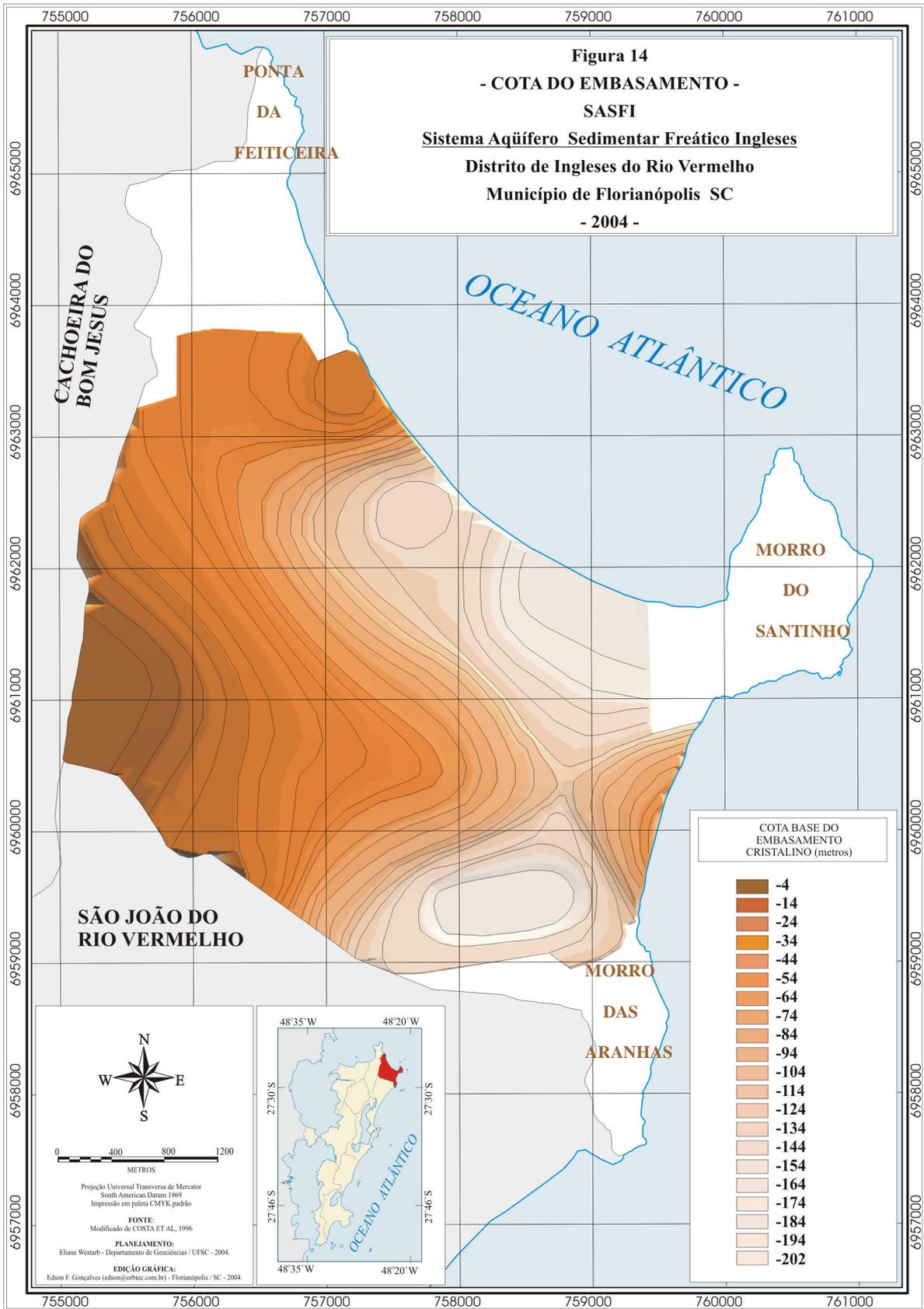


Figura 14
- COTA DO EMBASAMENTO -
SASFI
Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho
Município de Florianópolis SC
- 2004 -

COTA BASE DO EMBASAMENTO CRISTALINO (metros)

-4
-14
-24
-34
-44
-54
-64
-74
-84
-94
-104
-114
-124
-134
-144
-154
-164
-174
-184
-194
-202

Projeção Universal Transversa de Mercator
 South American Datum 1969
 Impressão em paleta CMYK padrão
 FONTE:
 Modificado de COSTA ET AL, 1996
 PLANEJAMENTO:
 Eliane Westarb - Departamento de Geociências / UFSC - 2004.
 EDIÇÃO GRÁFICA:
 Edson F. Gonçalves (edson@orbtec.com.br) - Florianópolis / SC - 2004.



O que parece claro, é que originalmente a bacia constituiu-se a partir de evento tectônico configurando-se em uma bacia de afundamento tectônico ou graben.

Rebouças (2002) menciona que “bacias costeiras como: Potiguar, Paraíba-Pernambuco, Alagoas e Sergipe, são estruturas de afundamento tectônico tipo graben e os depósitos têm idades que vão do Siluriano ao Terciário”(Rebouças, 2002:135).

Deste modo, pode-se supor que os sedimentos profundos na bacia sedimentar de Ingleses sejam correlatos aos acima referidos, pelo menos em parte, porque nesta área, não foram devidamente estudados. A partir da cota base do aquífero, -80m até -202m onde se encontra o embasamento (Costa et al. 1996) não há documentação sobre os pacotes sedimentares que compõem esta bacia em profundidade (Figura,14).

Desta forma, há indefinições no que diz respeito às seqüências deposicionais da bacia sedimentar profunda definida a partir da cota do embasamento na área de Ingleses do Rio Vermelho. Uma indefinição refere-se às características sedimentológicas dos depósitos em profundidades superiores a 80 metros até a cota do embasamento cristalino que se encontra a 202 metros de profundidade em São João do Rio Vermelho(Costa et al.1996). E outra, em relação à idade das seqüências deposicionais que parece estender-se também para o Terciário da Era Cenozóica. As indefinições foram incluídas na coluna estratigráfica da área estudada (Quadro 02).

Por outro lado, pode ocorrer abaixo dos depósitos do Quaternário que compõem o SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses, na parte mais profunda da bacia de sedimentação um aquífero confinado de água doce que se acumula desde o Terciário, como indica Rebouças(1994) quando se refere às bacias costeiras do nordeste brasileiro, que se encontram dentro das grandes bacias hidrogeológicas do Brasil:

“...que as condições de clima úmido têm sido dominantes no Brasil, desde o Período Terciário pelo menos as recargas relativamente abundantes que vêm ocorrendo desde o Terciário(66 milhões de anos), engendraram possibilidades de obtenção de água doce subterrânea nessas bacias de sedimentação.”

“ ... mesmo naquelas bacias..... e faixa sedimentar costeira – que foram afogadas pelas transgressões marinhas durante o Cretáceo (entre 144 e 66 milhões de anos) as abundantes recargas que vêm ocorrendo desde o Período Terciário, pelo menos, lavaram as águas marinhas então infiltradas nos aquíferos, até profundidades variáveis entre 500 e 1.000m(Rebouças, 1994).”

Quadro 01 - Coluna Estratigráfica da Planície Costeira do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho/Florianópolis/Santa Catarina

P L A N. C O S T E I R A	Depósitos	Depósitos arenosos praias atuais	Atual
		Depósitos arenosos eólicos atuais	
		Depósito Arenoso-siltico-argiloso-lagunar	Holoceno
		Depósito Arenoso-siltico-argiloso-lacustre	
		Depósito Arenoso-siltico-argiloso-fluvial	
	Depósito Arenoso-praial		
	Quaternários	Depósitos arenosos praias	Pleistoceno
		Depósitos arenosos eólicos - dunas	
		Depósitos arenosos eólicos em rampas	
	Depósitos indefinidos	??	????????????
Embasamento	Diabásio Granito Ilha Granitóide Paulo Lopes	Mesozóico Pré-Cambriano	

Fonte: Modificado de Ferreira(1999).

Desta forma, entende-se que se o clima tem sido bastante úmido desde o Terciário, infere-se que durante a formação dos depósitos do Quaternário, a umidade manteve-se engendrando condições de recargas abundantes para o desenvolvimento do sistema aquífero em estudo.

Nos depósitos abaixo do SASFI, pode ter tanto água doce quanto salgada ou salobra.

6.1.2 A morfologia do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI

A morfologia do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI aqui apresentada refere-se à área do aquífero que se encontra no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho.

Costa et al. (1996) associaram a morfologia do aquífero que se estende até São João do Rio Vermelho à compartimentação do embasamento em profundidade. Por conseguinte é a estrutura do embasamento que determina a morfologia do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses – SASFI, composta por duas sub-bacias hidrogeológicas com profundidades entre -74 e -78 m (Figura 15) no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho.

A sub-bacia que abrange grande parte do Distrito se chamará de Sub-bacia Ingleses e outra de Sub-bacia do Morro das Aranhas. A área de maior profundidade da Sub-bacia Ingleses encontra-se entre 6963000-6962000S e 757000-758000W contornando para leste estreitamente, entre os paralelos 6961000-6962000S e os meridianos 757000-758000W abrindo-se em direção à subárea do Santinho até Morro dos Ingleses (Figura 15).

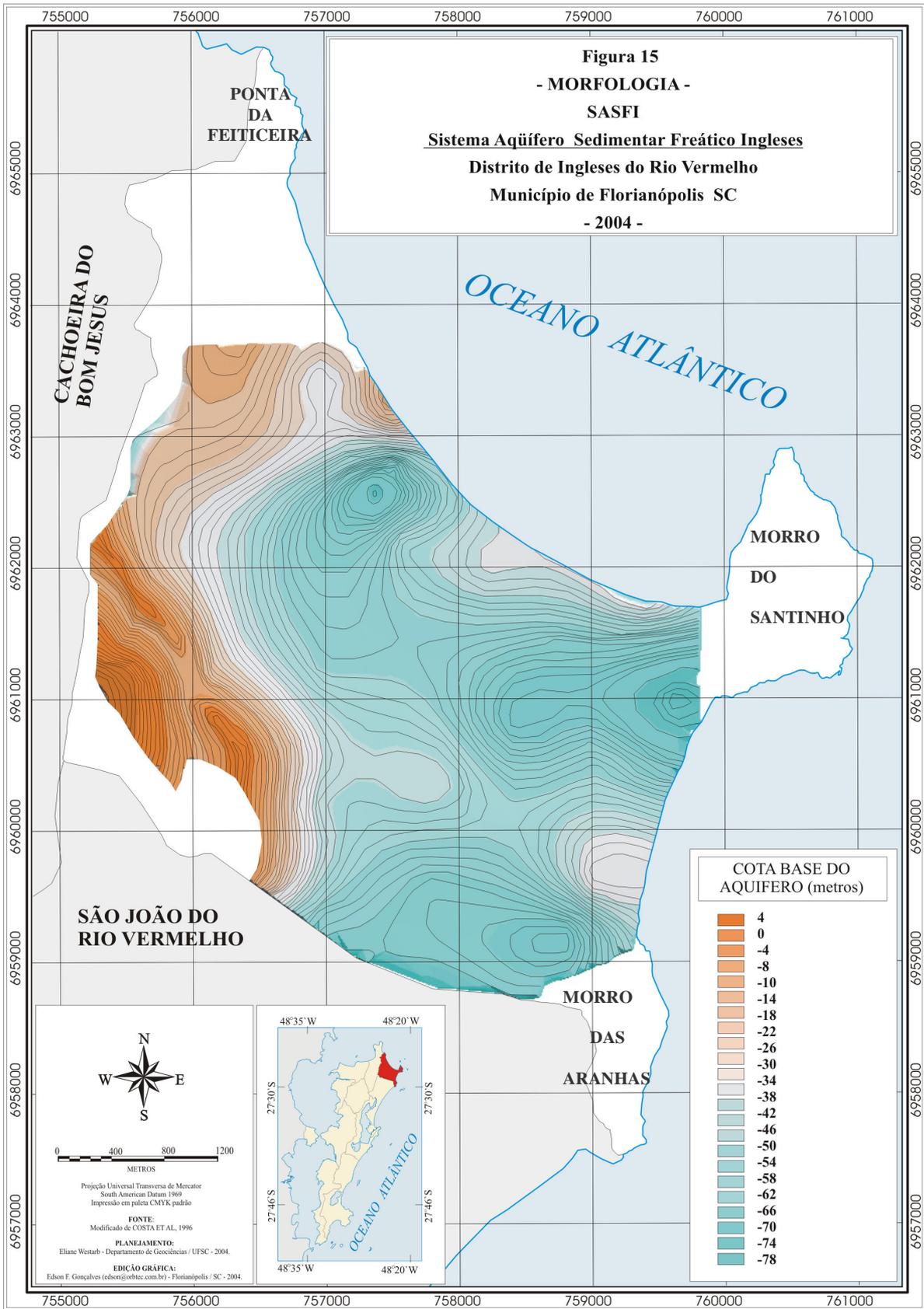
A Sub-bacia Morro das Aranhas abrange o sul das subáreas do Santinho e Sítio do Capivari. Salienta-se que esta bacia estende-se para o Distrito de São João do Rio Vermelho (figura 09) como já mencionado.

Os depósitos superficiais descritos por (Ferreira1999) que constituem as sub-bacias acima referidas são: eólico e praial atual, praial holocênico sub-atual, praial pleistocênico, eólico holocênico e eólico pleistocênico. Na Sub-bacia Ingleses há ocorrência de depósito síltico-argiloso-lagunar holocênico assim como depósito eólico pleistocênico em rampas que ocorre no setor oeste da Sub-bacia Morro das Aranhas.

6.1.3 Movimento das águas subterrâneas: a contribuição do embasamento

Analisando-se a direção dos fluxos das águas subterrâneas (figura 16) e a cota do embasamento (figura 14) do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI - é possível observar basicamente duas direções dos fluxos. Uma dirige-se do embasamento à oeste, para a zona de acumulação de água subterrânea da Sub-bacia Ingleses e daí para a linha da Praia de Ingleses e também para a parte norte da Praia do Santinho, a outra desce do Morro das Aranhas contribuindo para a sub-bacia hidrogeológica do mesmo nome saindo pela praia do Santinho.

Não obstante o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI – ter como fonte principal para a recarga subterrânea, as chuvas, uma vez que é um aquífero livre e com uma zona não saturada composta de areias com alta permeabilidade, a direção dos fluxos das águas subterrâneas evidenciam a contribuição das águas que descem subterraneamente das fontes de recargas dos granitos de oeste, dos pontais rochosos e das dunas (Costa et al.1996), adicionando-se àquelas que se infiltram pelos demais depósitos sedimentares.



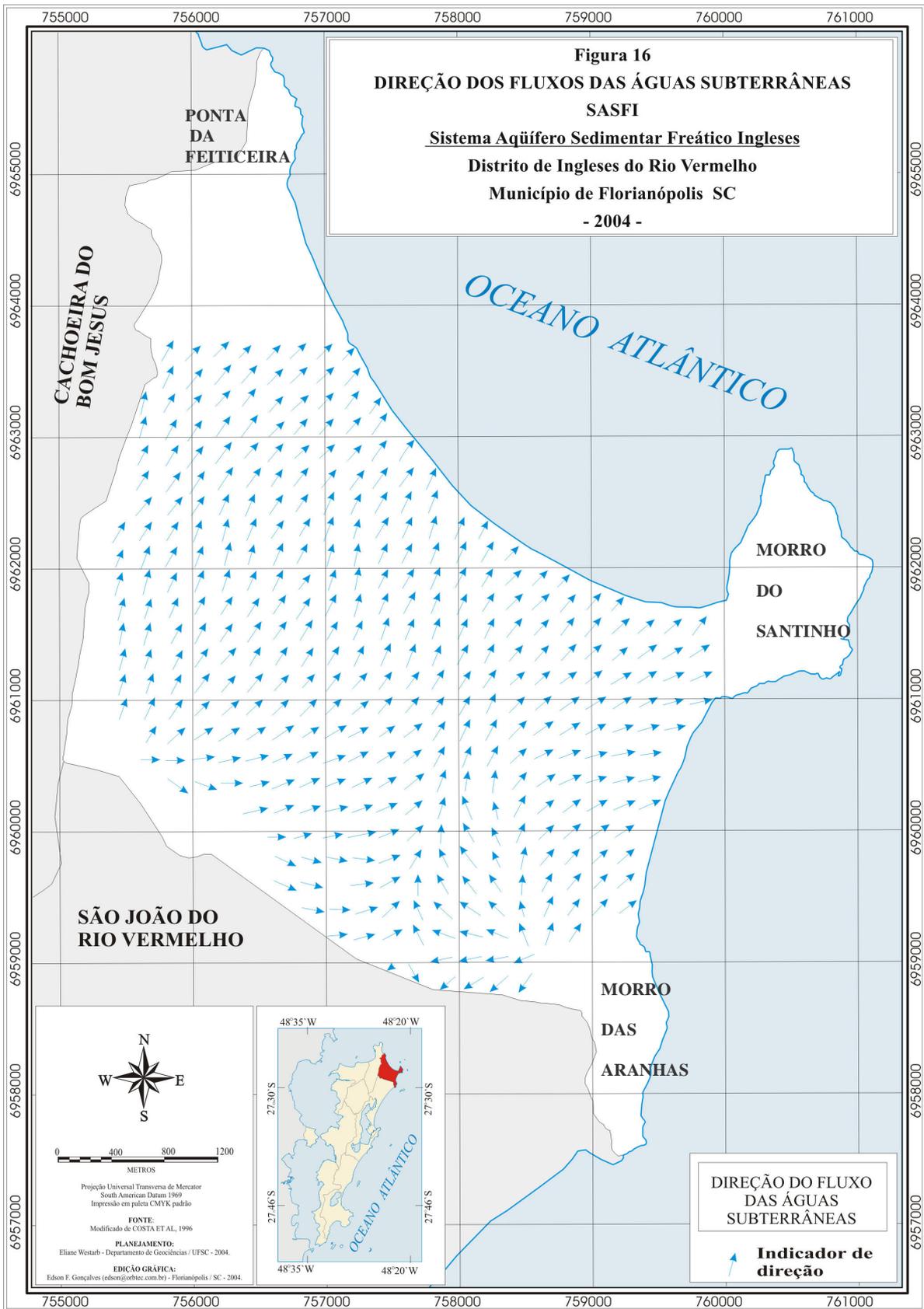


Figura 16
DIREÇÃO DOS FLUXOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
SASFI
Sistema Aqüífero Sedimentar Freático Ingleses
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho
Município de Florianópolis SC
- 2004 -

DIREÇÃO DO FLUXO
 DAS ÁGUAS
 SUBTERRÂNEAS

Indicador de
 direção

Projeção Universal Transversa de Mercator
 South American Datum 1969
 Impressão em paleta CMYK padrão

FONTE:
 Modificado de COSTA ET AL., 1996

PLANEJAMENTO:
 Eliane Westarb - Departamento de Geociências / UFSC - 2004.

EDICÃO GRÁFICA:
 Edson F. Gonçalves (edson@orbitec.com.br) - Florianópolis / SC - 2004.

A contribuição das águas subterrâneas provenientes do fraturamento do embasamento constituído pelo Granito Ilha, Granitóide Paulo Lopes e pelos diabásios em formas de diques, pode ser mais bem avaliada através de estudos geoquímicos. De outro modo, ratifica a presença de aquífero ou aquíferos de meios fraturados na área em estudo que podem ser também avaliados como reservas estratégicas de água subterrânea para uso futuro.

6.1.4 Espessura do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses -SASFI –

A figura 17 confirma a estreita relação morfológica entre a cota do embasamento de Ingleses do Rio Vermelho com as profundidades em que o sistema aquífero atinge. Apresenta as diferenças de espessura do sistema aquífero em estudo o que permite visualizar sua geometria (Costa et al.1996).

6.2 Dados climatológicos do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho

Os dados climatológicos referem-se às precipitações pluviais e temperaturas que foram coletados na estação artesanal em Ingleses conforme já mencionado.

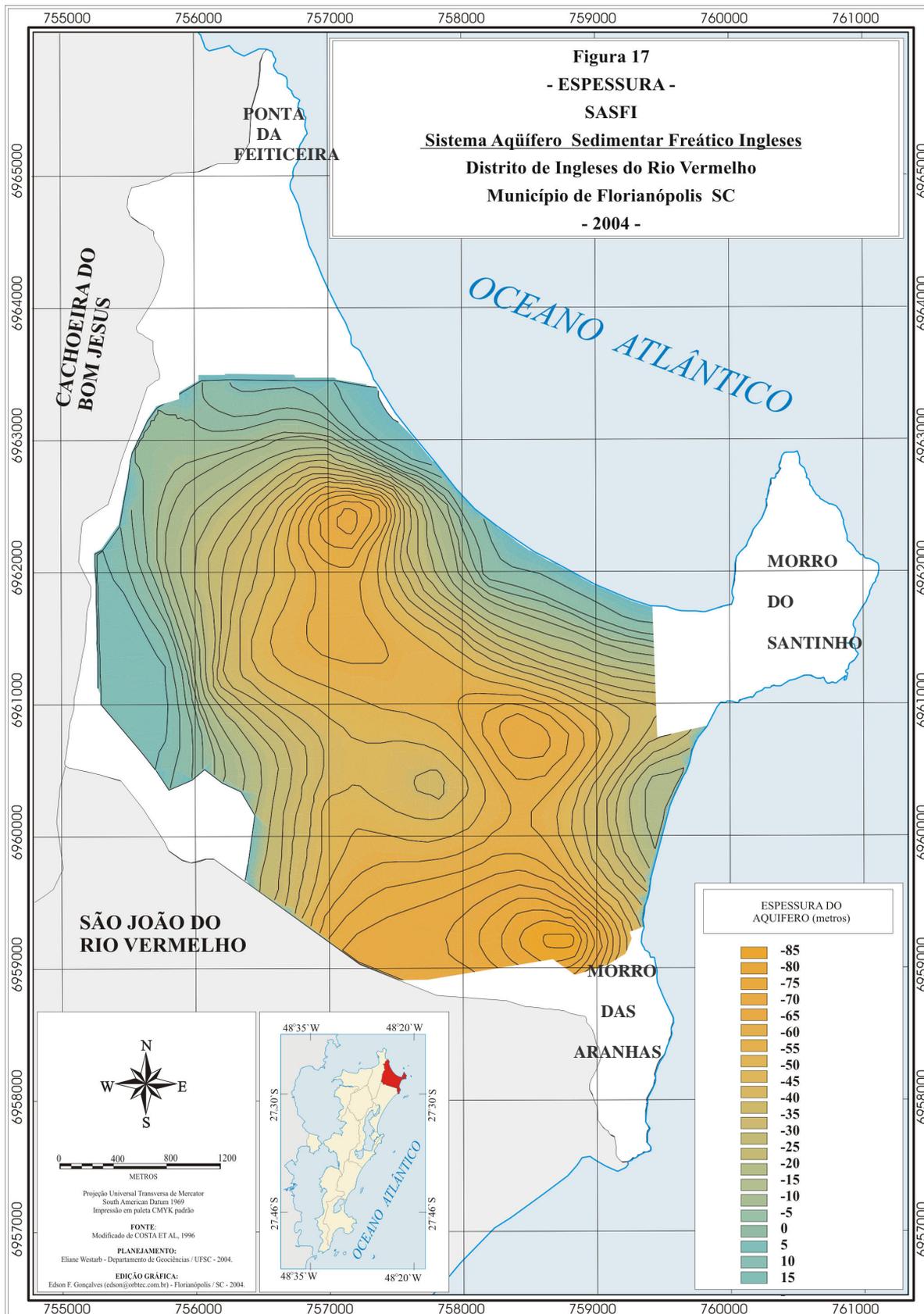
6.2.1 Considerações sobre índices pluviométricos e recarga natural

As variações dos índices pluviométricos são um dos mais importantes parâmetros para a recarga de aquíferos, sobretudo os sistemas freáticos ou livres, como é o caso do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses.

A quantidade e o regime de ocorrência das precipitações determinam as taxas e os processos de recarga, sendo a infiltração o processo mais importante da recarga da água em subsuperfície. Se a intensidade de precipitação é superior à permeabilidade do terreno, a recarga é fraca, predominando o escoamento superficial (enxurradas, enchentes nos rios), (Rebouças,2002).

Chuvvas regularmente distribuídas ao longo do tempo promovem uma infiltração maior, uma vez que a velocidade de infiltração acompanha o volume de precipitação (Karmann,2001).

Na relação quantidade de chuva e recarga, Rebouças (2002) afirma que com a pluviometria alta as taxas de recarga poderão ser nulas praticamente; pluviometria média as taxas de recarga poderão ser comparativamente maiores. À medida que tende a haver uma melhor distribuição das chuvas, resulta numa maior compatibilidade entre a infiltrabilidade dos solos e a intensidade das precipitações. Nos anos secos, as taxas de infiltração poderão ser muito variáveis à medida que as chuvas tendem a ser mais intensas



e se alternam com períodos secos, durante os quais poderá ocorrer déficit de umidade do solo.

Tais considerações levam à necessidade de um conhecimento mais consistente acerca de dados pluviométricos da área pesquisada, complementados por dados de temperatura.

Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas mensais referentes aos vinte e dois (22) anos, com falha de um ano, coletados na já referida, estação artesanal em Ingleses do Rio Vermelho, encontram-se nos anexos 2 e 3.

6.2.2 A precipitação pluvial de Ingleses do Rio Vermelho

A precipitação média anual da área em estudo é de 1.595mm. A figura 18 representa a precipitação média anual para o período analisado. Nesta observam-se os anos mais chuvosos e mais secos. O ano 1983 apresenta-se como o mais chuvoso da série com 2.975,5 mm, salientando-se, entretanto, que este fora extraordinário em todo o Estado de Santa Catarina.

Contudo, considerar-se-á como chuvosos aqueles anos que se encontram com valores acima da média encontrada para o período analisado. Assim, os anos de 1984, 1987, 1990, 1996 e 2001 foram classificados como chuvosos devido aos índices entre 1.615 e 1.659 mm acima da média citada. Já, os anos de 1980 e 1998 apresentaram índices de 2.138 mm e 1837 mm respectivamente, revelando-se com índices bem acima da média de 1.595 mm anuais. Desta forma foram classificados como anos bastante chuvosos.

Quanto ao ano mais seco, destaca-se o ano de 1988 com apenas 1.104,8 mm de chuvas. Considerando-se o critério utilizado na classificação dos anos chuvosos, ou seja, a média anual de precipitação pluvial, os anos mais secos da série são: 1988, 1991, 1997 e 1999, com índices entre 1.270 e 1.313 mm.

Cruz (1998), autora junto com Joaquim Cruz dos dados do posto artesanal em Ingleses, analisando-os no período de 1980 a 1991, já destacava que na área “não ocorrem épocas do ano definidas, mas sim meses menos úmidos de maio-junho a agosto-setembro”.

Os meses de Janeiro, Fevereiro e Março são os mais úmidos, onde as médias variam entre pouco mais de 200 mm até cerca de 166mm (Figura 19). O mês de janeiro apresentou-se como o mais chuvoso da série, com máximas de 548,70mm em 1983 e 424,40mm em 1995. Os meses menos úmidos encontram-se entre o final do outono(junho)

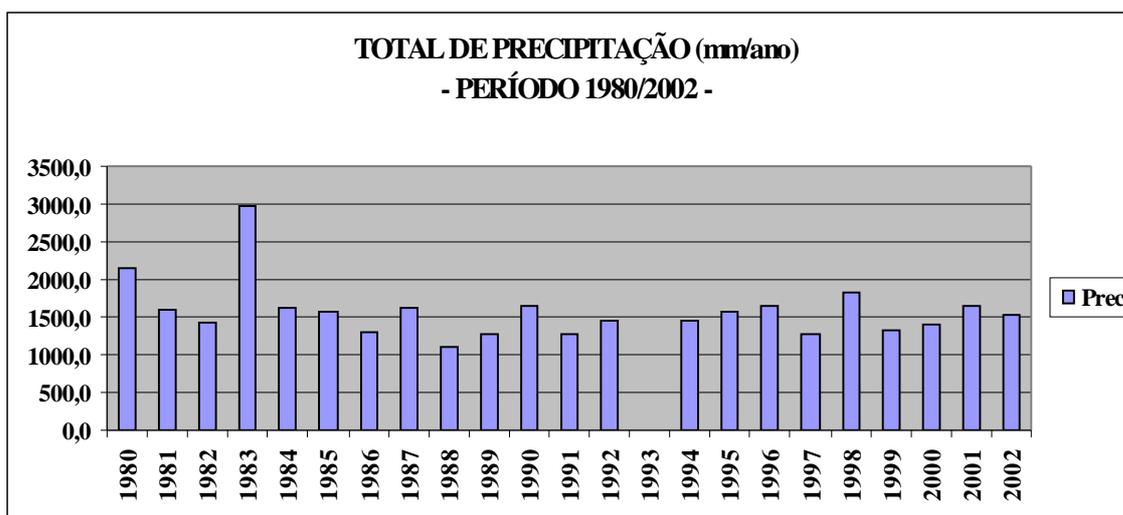


Figura 18 – Precipitação Média Anual para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina referente ao período de 1980/2002.
Fonte dos dados numéricos: CRUZ, J; CRUZ, O.

e parte do inverno (julho e agosto), com médias que não ultrapassaram os 100,0mm. O mês de junho tem a média do mês mais seco da série com 84,3mm. No final do inverno, mês de setembro, inicia o período de elevação do volume pluviométrico que se estende até março.

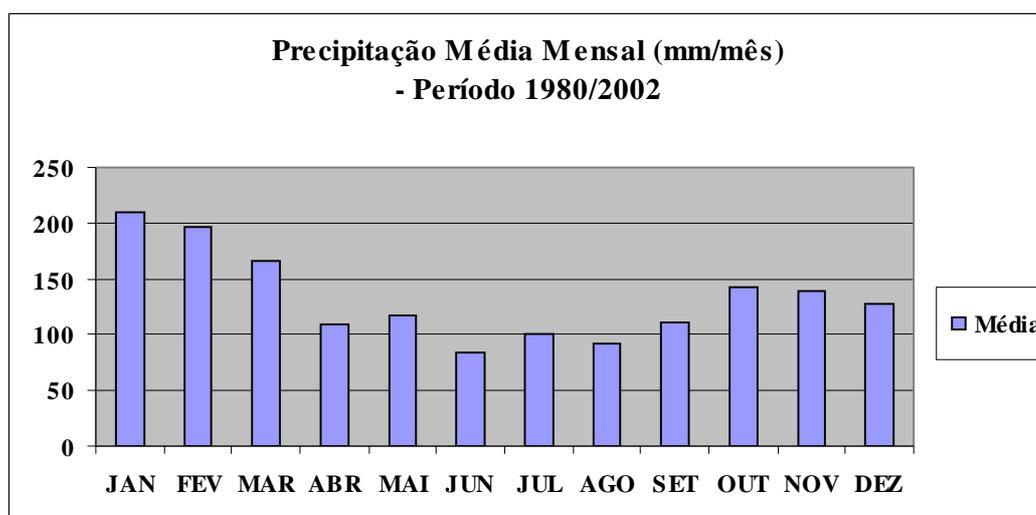


Figura 19 - Precipitação Média Mensal para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, estado de Santa Catarina referente ao período de 1980/2002, exceto 1993.
Fonte dos dados numéricos: CRUZ, J; CRUZ, O.

6.2.3 As temperaturas em Ingleses do Rio Vermelho

O quadro 02 mostra que as médias da série de temperaturas máximas no verão não ultrapassaram os 30°C assim como as mínimas no inverno não foram menores que 14°C. Desta forma, tanto o verão como inverno apresentam temperaturas amenas.

A figura 20 apresenta as médias das temperaturas no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho. A média mensal das temperaturas é de 26°C nos meses de janeiro, fevereiro e

março. Para os meses de abril, maio e junho ficaram em 24, 21 e 18°C respectivamente, que abrangem quase que totalmente o outono. Para os meses de julho, agosto e setembro as temperaturas encontram-se entre 17, 18 e 19°C respectivamente. E para os meses de outubro, novembro e dezembro as temperaturas são de 21, 23 e 25°C respectivamente, portanto elas são pouco mais altas, em média, na primavera do que no outono.

Quadro 02 - Distrito de Ingleses do Rio Vermelho			
Temperaturas Máximas e Mínimas			
Período - 1980/2002			
Mês	Máxima	Mínima	Média Mensal
JAN	29	23	26
FEV	30	23	26
MAR	30	22	26
ABR	27	20	24
MAI	25	17	21
JUN	22	14	18
JUL	21	14	17
AGO	21	15	18
SET	21	16	19
OUT	24	18	21
NOV	26	19	23
DEZ	28	22	25

Fonte dos dados numéricos: CRUZ, J; CRUZ, O.

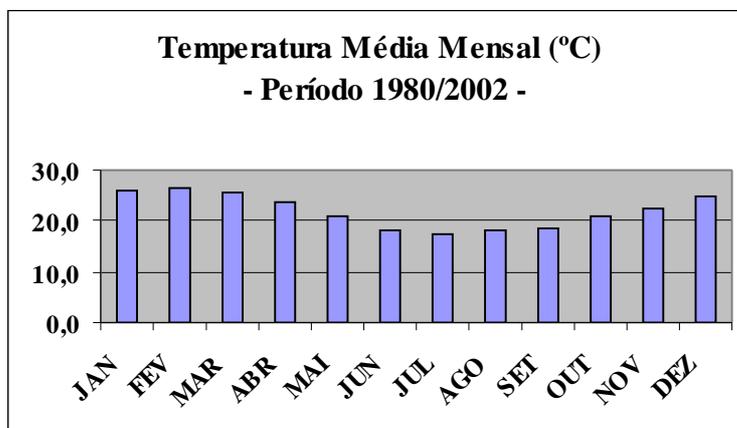


Figura 20 - Temperatura Média Mensal para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, estado de Santa Catarina referente ao período de 1980/2002, exceto 1993. Fonte dos dados numéricos: CRUZ, J; CRUZ, O.

Com relação à amplitude térmica média mensal para o período analisado, não houve grandes oscilações, mantendo-se quase que constante em torno dos 7° e 8° em todas as estações do ano (figura 21).

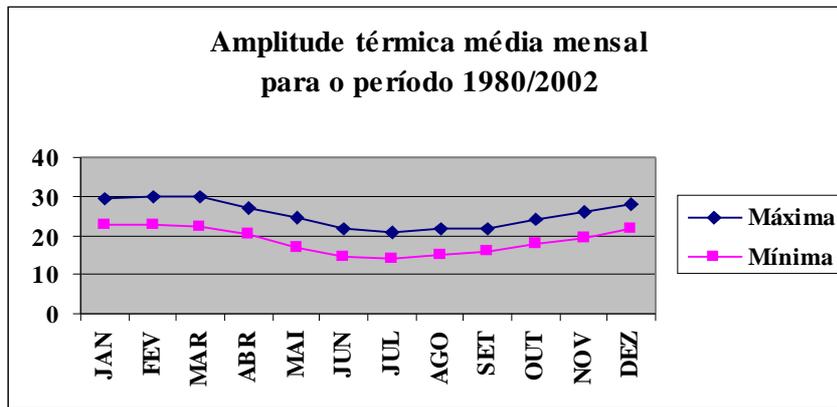


Figura 21 – Amplitude Térmica Média Mensal para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis, estado de Santa Catarina referente ao período de 1980/2002, exceto 1993.
 Fonte dos dados numéricos: CRUZ, J; CRUZ, O.

6.2.4 Balanço Hídrico do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho

Como já foi mencionada a precipitação pluvial é a fonte natural para a recarga subterrânea de aquíferos livres, contudo, da quantidade de chuvas que cai sobre uma determinada área, apenas uma parte será água disponível para a recarga subterrânea.

Desta forma, utilizou-se o balanço hídrico como forma de quantificar as parcelas de água das chuvas que estariam disponíveis para manutenção da recarga subterrânea do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses.

Utilizando-se dos valores encontrados a partir do balanço hídrico através do sistema Thornthwaite, avaliou-se a recarga subterrânea. Através do valor do excedente hídrico fornecido a partir do sistema Thornthwaite pode-se avaliar o comportamento da recarga subterrânea ao longo dos meses do ano.

6.2.4.1 Cálculo da evapotranspiração potencial para o Distrito de Ingleses

Para o cálculo da evapotranspiração potencial pelo sistema de Thornthwaite, utilizou-se a seguinte equação:

$$e = 16(10t/I)^a * K$$

onde: e = Evapotranspiração potencial

t = é a média mensal da temperatura em °C

I = é o índice térmico anual, obtido a partir de $i = (t/5)^{1,514}$

para cada mês do ano, os quais são somados obtendo “I”

$$a = 0,000000675I^3 - 0,0000771 I^2 + 0,01792 I + 0,49239$$

K = fator de correção para cada mês e faixa de latitude

Os dados do quadro 03 revelam os valores da evapotranspiração potencial para os meses de um ano médio no período considerado para a latitude da área em estudo, atribuído o índice para cada mês que corresponde ao fator K.

Com base nos dados apresentados no quadro 03, pode ser estabelecida uma avaliação do comportamento das variáveis envolvidas no balanço hídrico (Quadro 04) em relação ao período considerado. O gráfico da figura 22 mostra a relação entre esses dados e os respectivos resultados hidrológicos em milímetros, em cada mês do ano médio.

Quadro 03 - Cálculo da evapotranspiração potencial para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis(SC), segundo o sistema Thornthwaite - 1980/2002.				
MESES	TEMPERATURA (T°C)	ÍNDICE TÉRMICO(i)	FATOR K	Ep (mm)
JAN	26,0	12,113508	1,18	152
FEV	26,3	12,367219	1,02	136
MAR	25,8	12,030275	1,05	133
ABR	23,5	10,41454	0,96	96
MAI	20,8	8,662103	0,93	68
JUN	18,0	6,9781126	0,87	45
JUL	17,3	6,5998668	0,92	43
AGO	18,1	7,0256011	0,97	50
SET	18,5	7,2842772	1,00	55
OUT	20,8	8,7030987	1,11	82
NOV	22,6	9,8305422	1,12	102
DEZ	24,8	11,35419	1,18	135
MÉDIA ANUAL	21,9	I = 113,3633336(I)		1096

Quadro 04 - Dados gerais do balanço hídrico para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis(SC), segundo o sistema de Thornthwaite- 1980/2002 -								
MESES	P (mm)	Ep (mm)	P - Ep (mm)	ARM		Er (mm)	Déficit (mm)	Exc (mm)
				Val	Alt			
JAN	209 ,20	152	57	57	26	152	0	31
FEV	195 ,82	136	60	60	3	136	0	57
MAR	166 ,65	133	34	34	-27	133	0	60
ABR	108 ,48	96	12	12	-21	96	0	34
MAI	118 ,21	68	50	50	37	68	0	12
JUN	84,33	45	40	40	-10	45	0	50
JUL	100, 93	43	58	58	19	43	0	40
AGO	91,50	50	41	41	-17	50	0	58
SET	110, 63	55	56	56	15	55	0	41
OUT	142 ,03	82	60	60	5	82	0	56
NOV	139, 15	102	38	38	-23	102	0	60
DEZ	128, 01	135	-7	31	-7	135	7	0
TOTAL	1594,93	1096	499		0	1096	7	499

LEGENDA: P = Precipitação; Ep= Evapotranspiração potencial; ARM = armazenamento; Val = valor do armazenamento e Alt = alteração do valor de armazenamento; Er = Evapotranspiração real; Déficit= Deficiência hídrica; Exc = Excedente hídrico.

Durante o ano, a distribuição de chuvas na área apresenta-se com maior volume entre os meses de janeiro, fevereiro e março diminuindo a partir daí atingindo o menor volume entre junho e agosto (Figura 22).

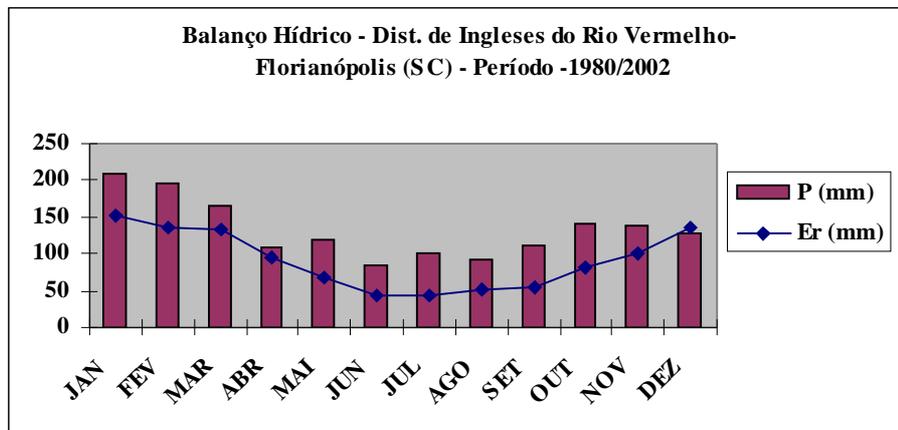


Figura 22 – Gráfico representativo da relação Precipitação/Evapotranspiração Real (P/Er) para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho-município de Florianópolis (SC), segundo o sistema de Thornthwaite, referente ao período 1980/2002, exceto 1993.

Como a precipitação é alta durante todo o ano, ou seja, não há período sem chuva, a evapotranspiração real é igual à evapotranspiração potencial, gerando um excedente hídrico em todo o ano praticamente. Somente no mês de dezembro ocorre déficit hídrico na área de Ingleses do Rio Vermelho (Figura 23).

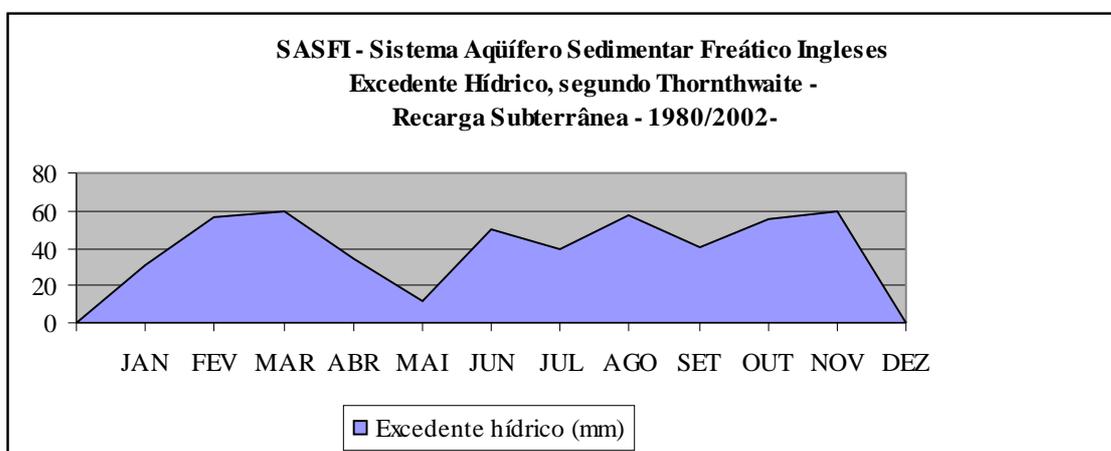


Figura 23 – Gráfico representativo do Excedente Hídrico, segundo o sistema de Thornthwaite, referente às médias mensais do período 1980/2002 - Distrito de Ingleses do Rio Vermelho/município de Florianópolis(SC).

Salienta-se o comportamento ascendente do excedente hídrico no mês de janeiro, mês subsequente ao mês de déficit hídrico -dezembro-, caracteriza-se como o mês da reposição das reservas de água subterrânea do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses. Ocorre que este mesmo mês de janeiro é também o mês de maior exploração de água subterrânea no Distrito de Ingleses, seja pela população seja pela

empresa concessionária –CASAN, responsável pelo abastecimento público, ou pelos empreendimentos comerciais e de serviços.

Segundo Rebouças(2002), a quantidade e o regime de ocorrência das precipitações determinam as taxas e os processos de recarga, principalmente a infiltração. Assim, no gráfico da figura 24 as variações do excedente hídrico correspondem ao volume de chuva e à infiltração atuando para a recarga subterrânea.

Partindo-se do suprimento natural de água das chuvas, o balanço hídrico climatológico da área permite afirmar que há um excedente hídrico médio de 499 mm/ano correspondendo a 31% das precipitações médias.

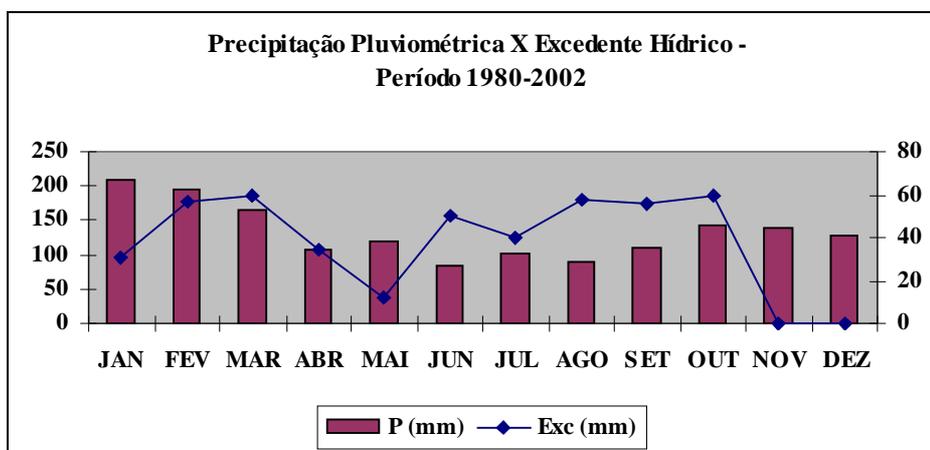


Figura 24– Gráfico representativo da relação Precipitação Pluviométrica X Excedente Hídrico, referente as médias mensais do período 1980/2002 - Distrito de Ingleses do Rio Vermelho/município de Florianópolis(SC).

6.2.5 A recarga natural do SASFI -Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses

Para o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses constituído por depósitos arenosos, considera-se a precipitação atmosférica como única fonte de recarga através dos processos que envolvem a infiltração.

Como se sabe nem toda a água da chuva que se infiltra atinge o nível freático, parte dela é evapotranspirada. Portanto, para estimar o volume da recarga para o aquífero utiliza-se a parcela da precipitação que sustenta a reserva de água subterrânea denominada de Infiltração eficaz (**Ie**) por Castany,(1975) que corresponde a parte que efetivamente pode percolar até o nível freático e reabastecer o aquífero.

A “**Recarga potencial**”(Rushton,1988) que envolve toda água disponível para a recarga subterrânea no Distrito de Ingleses, seria de 1.595 mm/ano representada pela quantidade de chuva que caiu em média por ano na área em estudo para o período de 1980/2002.

Com base no balanço hídrico para o Distrito de Ingleses (Quadro 04) obteve-se o equivalente à Infiltração eficaz (**Ie**) de **499 mm** de chuva anualmente, correspondendo à “**recarga real**” (Rushton,1988).

Para se obter o volume da recarga por Km² relativo a 499 mm de chuva, multiplica-se por 1000m³/Km², visto que 1mm de chuva corresponde a 1000 m³/Km².

Tem-se assim:

$$V = 499.000 \text{ m}^3/\text{Km}^2 \text{ de “recarga real” para o SASFI}$$

Este valor equivale a um volume médio anual para o período de 1980/2002 de 499.000 m³/Km² de água infiltrada no solo, ou seja, 31% da precipitação pluviométrica média anual (infiltração eficaz) disponível para a recarga potencial no período analisado no Distrito de Ingleses.

Todavia, considerando como área de recarga, a área do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho que corresponde a 20,47Km²(IPUF,2002) aproximadamente, obteve-se um volume médio de recarga anual da ordem de 10.214.530 m³.

6.3 As modificações na hidrologia superficial

As modificações na hidrologia superficial do Distrito em estudo, representada pelas mudanças apresentadas pelos rios Capivari, dos Ingleses e pelas lagoas que ocorrem no campo de dunas ativas, foram analisadas sob a ótica da comunidade, através de depoimentos orais, de esboço ilustrativo (Figura 25) e recortes de fotografias aéreas (Figuras 26 e 27).

Segundo os depoimentos das Professoras Ana Fernandes e Marilene Carmina da Silva em 28/04/2003, as quais sempre viveram em Ingleses, na década de 70 quando eram meninas, o rio dos Ingleses era utilizado para lavar roupa, lazer e fonte de água para abastecimento doméstico. Nas margens do rio eram escavados poços rasos que geralmente eram revestidos de pedras, denominados pelos moradores de “fontes”. A água era retirada com balde para suprir as necessidades domésticas e de higiene. Às vezes aparecia cobra dentro da fonte. A comunidade não usufruía o mar como lazer e sim o rio para banho, logo pode-se inferir que era limpo e tinha boa profundidade.

Também em depoimento sobre o rio dos Ingleses, em junho de 2003, a Sra. Iolanda Silva (proprietária do Supermercado Mano’s), declarou que:

“ o rio era povoado de várias espécies de peixes como: cará, jundiá, piava e traíra, além de cágado... havia o pomar do Senhor Reduzindo com muitos pés de laranja, bergamota, banana, maçã os quais acabaram

secundo depois da implantação dos poços da CASAN nas dunas” (Iolanda Silva, 2003).

Contou que na área da nascente do rio dos Ingleses (este tem a sua nascente no sopé das dunas no sul do Distrito), havia muita “curtiçera” ou “curtissera”, ou seja, uma espécie de junco, usada para fazer colchão.

Por conseguinte, os depoimentos da Sra. Iolanda são direcionados para que se conclua que nos ambientes descritos havia uma abundância de água, vida vegetal e animal mantidas pelas águas do freático das dunas. Está perfeitamente claro o rebaixamento no nível do freático que ocorre a partir da instalação dos poços da CASAN, segundo depoimento da Sra. Iolanda Silva.

Contudo, deve-se ponderar que a intensificação da retirada das águas subterrâneas do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses é consequência do aumento da demanda por água ativado pelas atividades turísticas. Além da CASAN que realiza a captação de água e a distribui através da rede pública de abastecimento, todos os demais setores da indústria do turismo são grandes consumidores de água e utilizam a captação particular das águas subterrâneas deste sistema aquífero. Portanto, o rebaixamento do freático está diretamente ligado ao acelerado e desordenado crescimento urbano em que a área está submetida nas últimas décadas.

Através de fotografia aérea, produziu-se um esboço ilustrativo (Figura 25) para registrar a fartura de canais de água entrelaçados que escoavam do campo de dunas ativas dirigindo-se ao mar e as grandes e variadas formas de lagoas que existiam nas dunas.

Na fotoaérea de 1956 (Figura 26), observam-se canais que se entrelaçam ao norte do campo de dunas ativas e chegam ao mar. O rio dos Ingleses esconde-se sob a vegetação mais densa. Entretanto na foto de 1998, observa-se claramente a presença de canal retilíneo denotando a retificação do rio. Esta retificação parece ter reunido um sistema de drenagem dos canais que migravam para a praia, conduzindo-os para um só curso e desaguando no rio Capivari mais ao norte. Conclui-se pela estreita relação entre o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI - e a hidrologia superficial da área.

Os canais representavam para o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI - o extravasamento de suas águas em períodos de elevação do freático. Por outro lado, mostra o quanto o sistema aquífero em estudo, também já foi modificado pela ação humana de tal maneira que ele fica seco por longos períodos. Salienta-se que é ao longo do rio dos Ingleses que muitos dos poços da CASAN estão localizados.

Distrito de Ingleses do Rio Vermelho

Hidrologia - Lagoas, rios e canais Uso do solo - 1938

Legenda Temática

-  Área agrícola
-  Área indefinida
-  Capoeira
-  Dunas Vegetadas
-  Área não ocupada
-  Lagoas Dunares
-  Canais Entrelaçados
-  Área de inundação



Fonte: Levantamento Aerofotogramétrico de Florianópolis/1938 - Secretaria do Mercosul
Escala: 1:50.000

Figura 25: Esboço ilustrativo da hidrologia superficial existente a partir do freático do SASFI em 1938: canais escoando em frente ao campo de dunas ativas, o rio dos Ingleses no sopé do cordão de dunas fixas e as inúmeras lagoas.

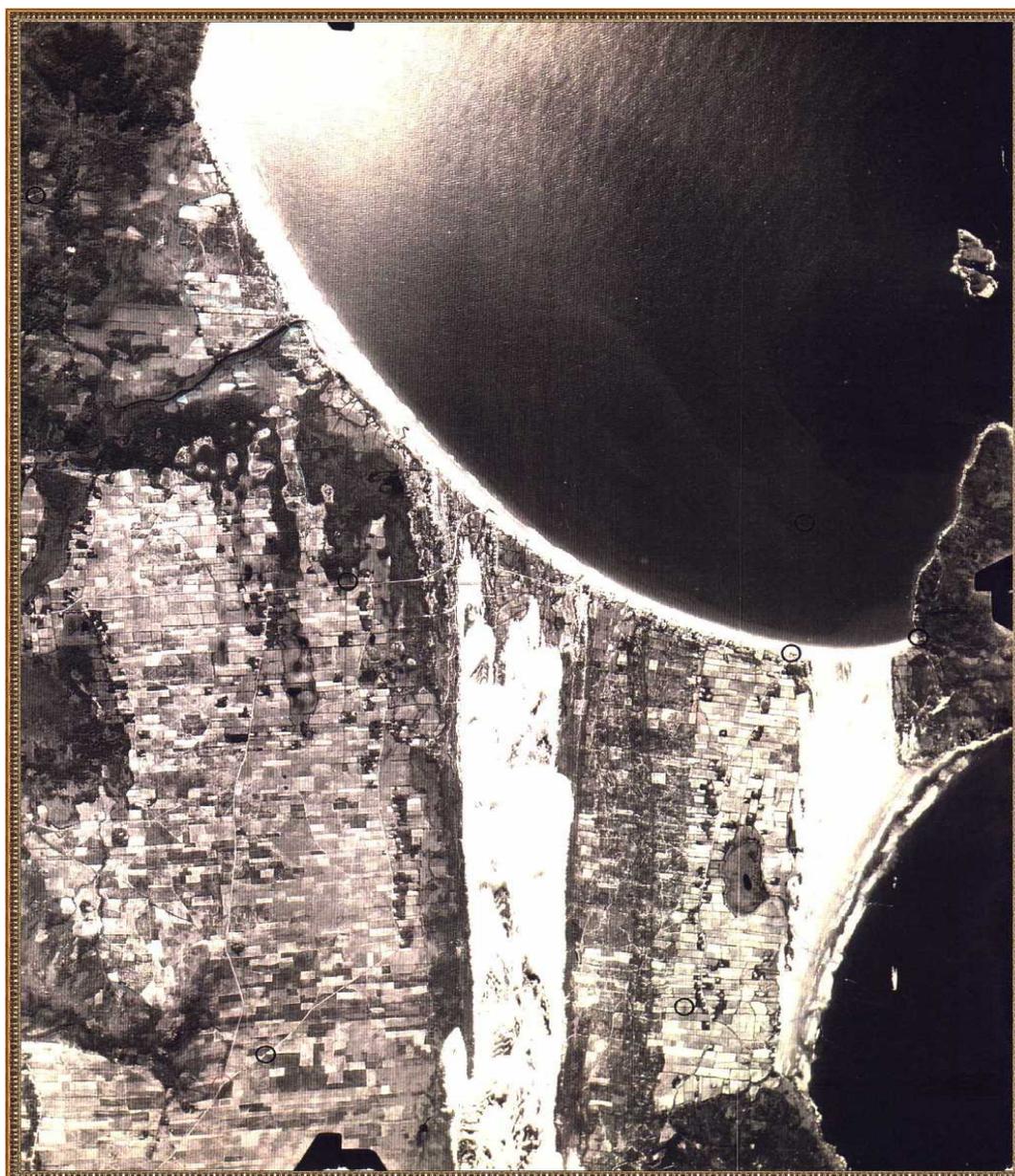


Figura 26 – No norte da praia dos Ingleses o rio Capivari sem o canal do rio dos Ingleses. Presença de canais em frente ao campo de dunas ativas dirigindo-se para a praia. Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis/SC. Aerofoto 1956 – Escala original 1:25 000 - Fonte: Sec. do Mercosul/SC.

6.3.1 As dunas e as lagoas

As dunas nesta área classificam-se em dunas móveis e dunas vegetadas ou fixas. As dunas móveis ou ativas são desprovidas de vegetação e possuem alta mobilidade. As vegetadas podem ser fixas ou semi-fixas dependendo da densidade da cobertura vegetal. As dunas estabilizadas ou vegetadas, nesta área aparecem paralelas ao campo de dunas ativas, constituindo-se em antigos cordões eólicos com feições longitudinais ou lineares. As dunas ativas estão dispostas entre as dunas fixas (Ferreira,1999).

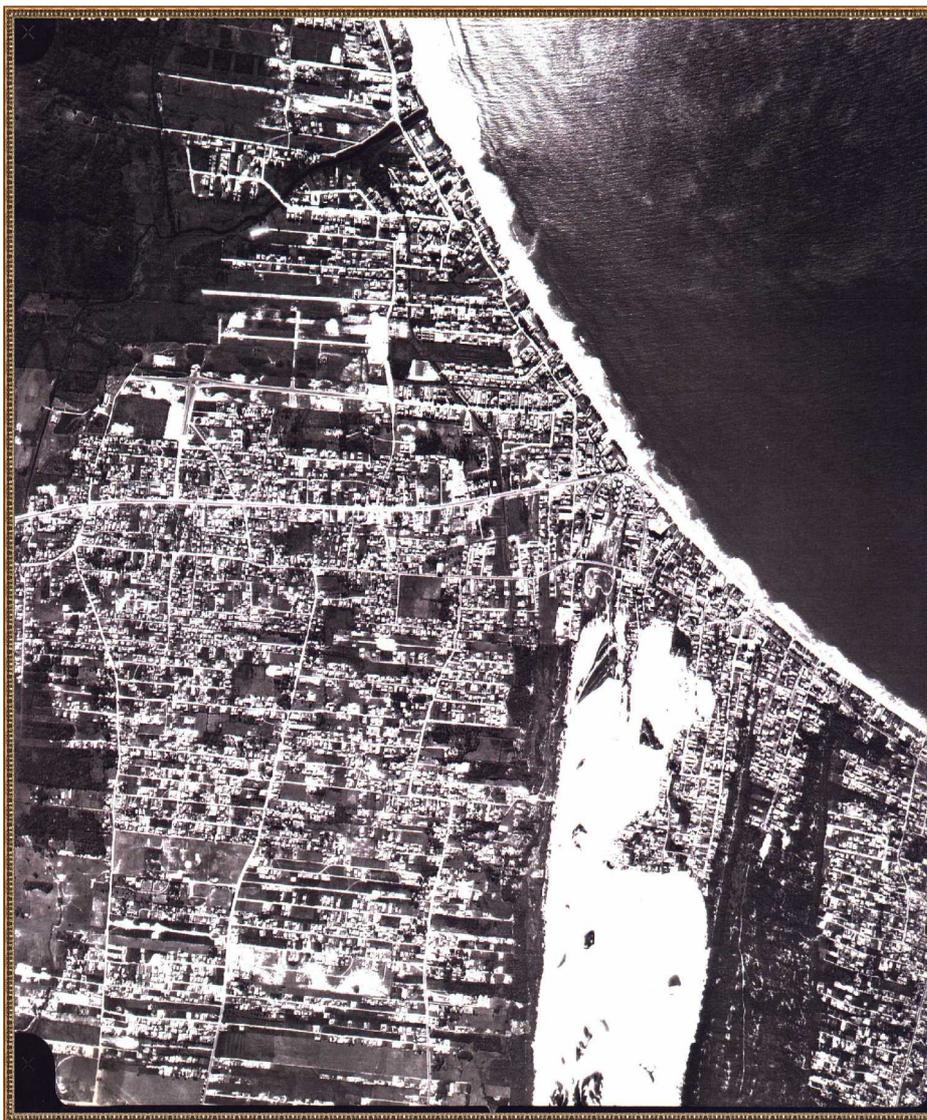


Figura 27 – Vê-se em meio às ruas e construções o rio dos Ingleses com trecho canalizado dirigindo-se para noroeste e desaguando no rio Capivari no extremo superior da foto. Ingleses do Rio Vermelho, Município de Florianópolis/SC - Aerofoto 1998 – Escala original 1:15 000. Fonte: IPUF/SC.

Os campos de dunas ativas Moçambique-Ingleses(Ferreira,1999) constituem os depósitos eólicos alcançando altitude de 45 m. Ao longo das duas laterais deste campo de dunas ativas estão presentes as dunas fixas vegetadas que constituem os depósitos eólicos pleistocênicos, sendo que a mais alta encontra-se apoiada no Morro das Aranhas alcançando 65 m de altitude (Ferreira,1999).

As dunas representam uma importante área de recarga subterrânea para o SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses, dada à excelente condição de permeabilidade e porosidade das areias.

No campo de dunas ativas de Ingleses do Rio Vermelho o afloramento da superfície freática forma lagoas. Desta forma, a formação de lagoas nas dunas, evidencia a

abundância das águas subterrâneas, ou seja, é o aquífero extravasando o excesso de suas águas (Figura 28). Assim, o comportamento das lagoas, representa via de regra, as condições das reservas do manancial subterrâneo.

Neste sentido, a comunidade residente de Ingleses revela que há uma mudança nas lagoas próximas à rua do Siri e Adão dos Reis. Estas há pouco mais de trinta anos, eram utilizadas pela população local para lavar roupa, uma vez que não secavam durante todo o ano segundo o depoimento oral das Professoras Ana e Marilene Carmina da Silva, em 28/04/2003. Atualmente, permanecem quase que completamente secas só adquirindo um certo volume sob a condição de pluviosidade muito intensa. À medida que baixa o volume desenvolve uma vegetação rasteira nas bordas.

O monitoramento das lagoas poderia trazer indicativos sobre o comportamento das reservas hídricas SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses.



Figura 28 - Lagoa no campo de dunas ativas de Ingleses do Rio Vermelho, vendo-se as gramíneas junto à água. Município de Florianópolis/SC. Foto: Eliane Westarb/ 1998.

6.4 A ocupação em Ingleses do Rio Vermelho

A análise da ocupação em Ingleses tem como base a ocupação urbana que ocorre no Distrito a partir de 1994. Entretanto, inicialmente se fará uma abordagem informativa através do registro aerofotográfico acerca da ocupação agrícola que perdurou aproximadamente até a década de 90.

6.4.1 - O registro aerofotográfico da ocupação agrícola em Ingleses até 1978

Com base em análise do levantamento aerofotogramétrico da área referente aos anos de 1938, 1956, 1978 verificou-se que a ocupação era totalmente voltada para a agricultura até 1978.

O uso do solo em Ingleses voltado para a agricultura é evidenciado através da análise das figuras 29, 30, e 31. Nestas observa-se a intensa utilização de áreas entre os cordões de dunas fixas com a agricultura. Na figura 29, 30 e 31 vê-se que a ocupação agrícola estende-se por toda a área do Distrito.

Após 1978 até 1994, não há registros aerofotográfico da área em estudo. Desta forma, não foi possível registrar a transição da ocupação agrícola para urbana.

A transição da ocupação agrícola para urbana em Ingleses foge ao escopo desta dissertação, para a qual buscou-se estudar a ocupação atual e as conseqüências desta para o SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses.

Contudo registra-se a ocupação agrícola que ocorreu na área de estudo, tendo em vista que a atividade agrícola é considerada fonte de contaminação das águas subterrâneas. Entretanto, salienta-se que os insumos empregados para cultivo no passado são extremamente diferentes daqueles utilizados atualmente.

Todavia, sabe-se que na época as famílias visando à subsistência criavam galinha, porcos e também gado bovino. Talvez os dejetos destes animais fossem utilizados como adubos o que poderia trazer algum risco ao sistema aquífero.

Entretanto, Foster e Hirata (1988) afirmam que, para que haja risco de contaminação de aquíferos é necessária a interação de dois fatores: um, é a carga contaminante potencial aplicada sobre a superfície do solo e o outro é a tendência natural do aquífero para ser atingido pelo contaminante correspondente à atividade humana.

Assim, supõe-se que o volume dos dejetos animais produzidos na área deveria ser reduzido e disperso. Por outro lado a retirada de água era relativamente pequena não havendo grande flutuação do nível do freático e seu afloramento produzia o escoamento superficial pelos rios. Portanto, crê-se que não haveria carga contaminante suficiente para que ocorresse a contaminação, talvez alguns pontos de poluição.

Por outro lado, o clima da área é bastante úmido, prevalecendo a diluição dos contaminantes, diminuindo os riscos.

De qualquer forma, a ocupação agrícola que predominou por séculos, estaria dentro das fontes de contaminação herdadas, segundo Hirata & Rebouças (1999).

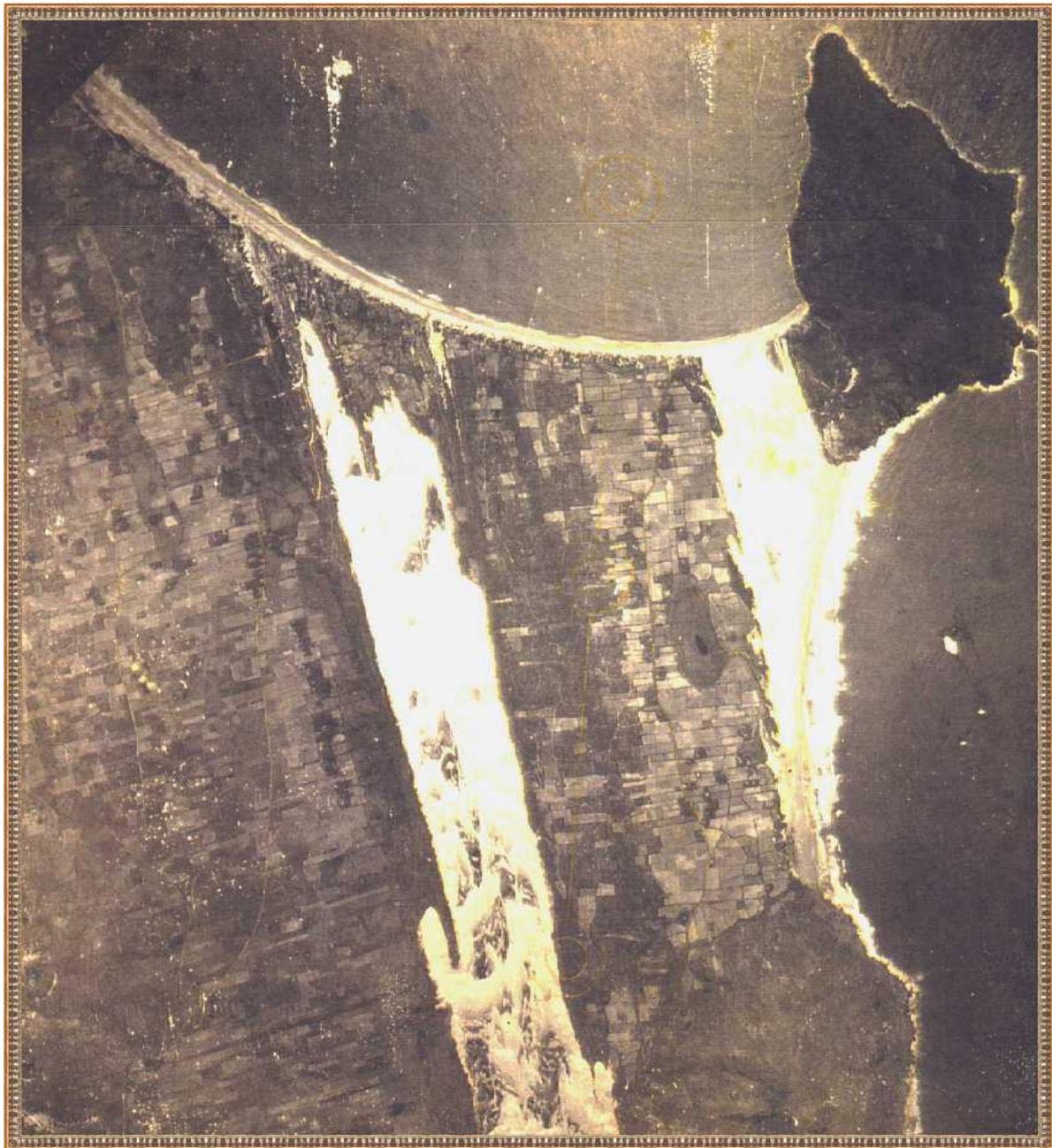


Figura 29 – Ocupação agrícola em Ingleses do Rio Vermelho, em 1938, ocupando todo o espaço dos depósitos arenosos, ficando sem esta ocupação os terrenos paludiais e as elevações. Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina.
Fotoaérea – Mercosul – Escala original 1: 30.000 aproximada.

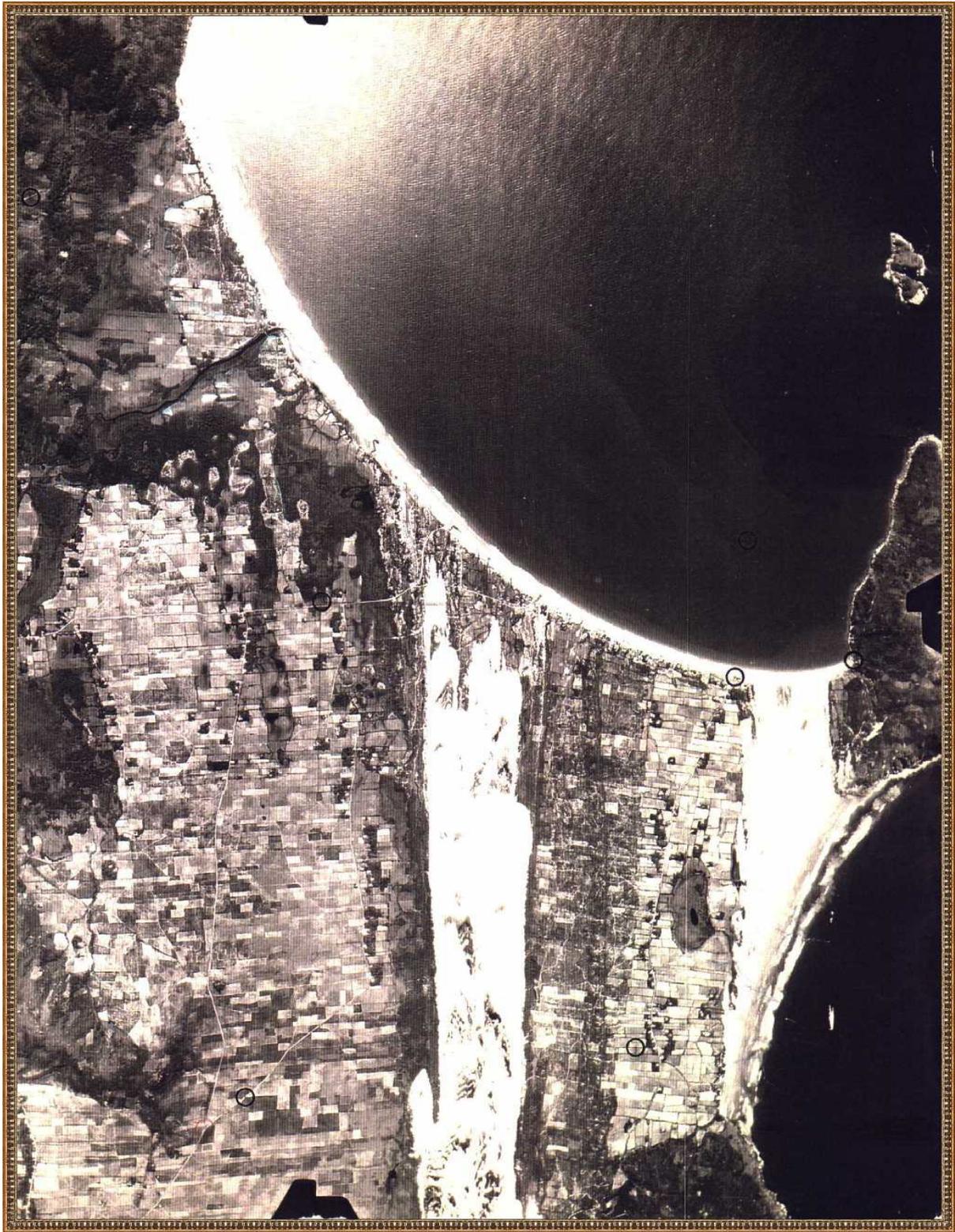


Figura 30 – Ocupação Agrícola de Ingleses do Rio Vermelho em 1956, evidenciando que apenas as paludiais e as cristas de dunas fixas estavam menos ocupadas ou menos utilizadas naquele momento. Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina.
Fotoaérea – Mercosul – Escala original 1:25.000



Figura 31 – Ocupação agrícola de Ingleses do Rio Vermelho em 1978, evidenciando uma diminuição da ocupação ou utilização da área de dunas fixas. Município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina. Montagem de duas fotoaéreas – Mercosul – Escala original 1:25.000.

6.4.2 A ocupação urbana do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho

A ocupação urbana no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho de 1994 a 2002 é aqui caracterizada utilizando-se de mapeamento do uso do solo no período.

Até 1978, tem-se um espaço agrícola, conforme já foi descrito anteriormente. Em menos de vinte anos a planície passa de uma ocupação voltada essencialmente para a agricultura para uma ocupação totalmente urbana.

O urbano foi apropriando-se de todos os espaços antes destinados à agricultura conforme pode ser observado nas figuras 32, 33 e 34 em que estão mapeados o uso do solo referente a 1994, 1998 e 2002.

Verifica-se a completa transformação na forma de ocupação de um espaço antes ocupado pelo rural, agrícola, com grandes roças ou lotes cultivados ou preparando-se para o cultivo, agora abarrotado de casas.

A ampliação da área de ocupação urbana nos últimos oito anos correspondeu somente a 0,83Km², passando de 5,23 Km² em 1994 para 6,10 Km² em 2002.

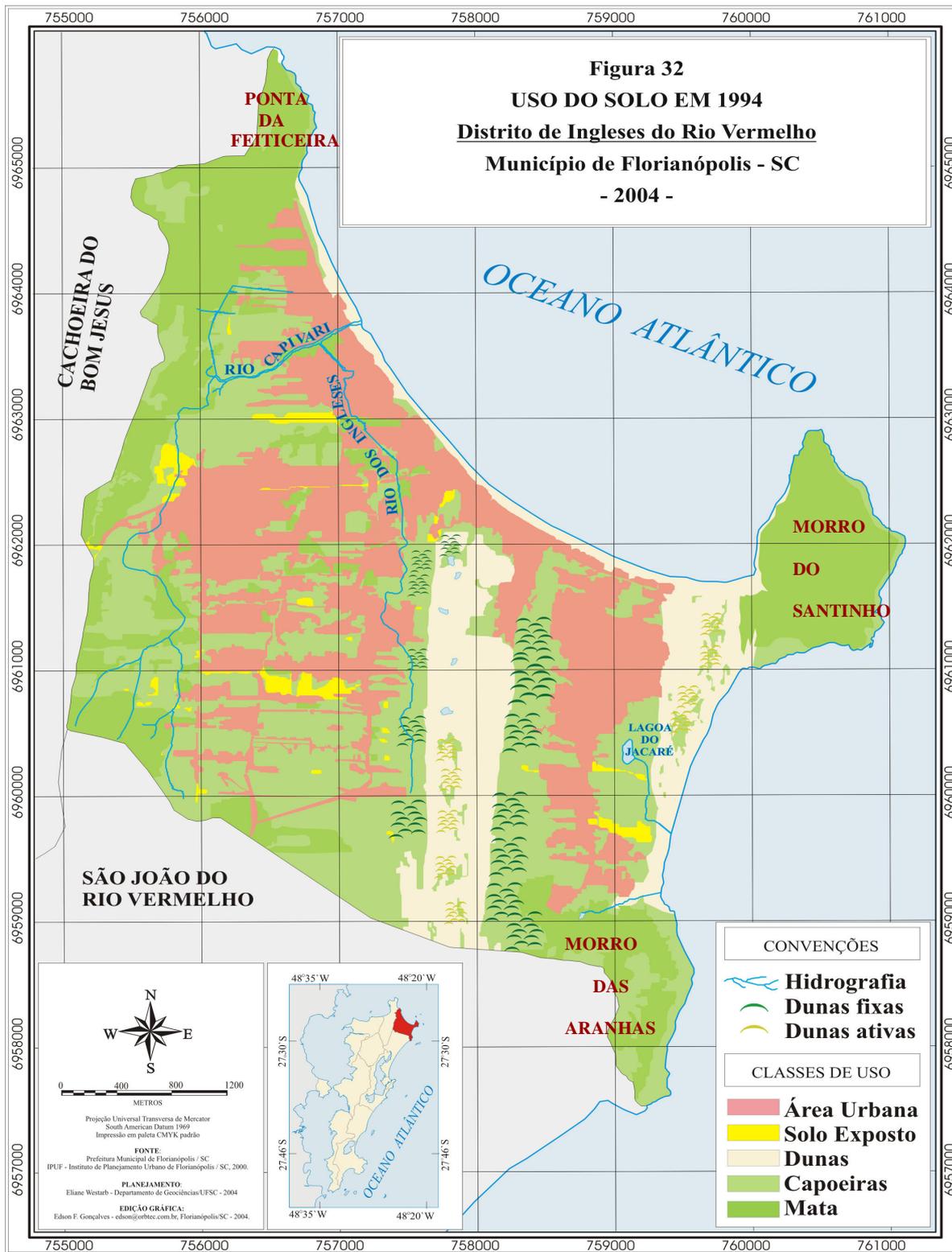
Ainda que todos os aspectos referentes à ocupação de um espaço sejam muito importantes, a análise aqui tratará daquelas questões que possam comprometer de alguma forma a manutenção seja quantitativa seja qualitativa do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses.

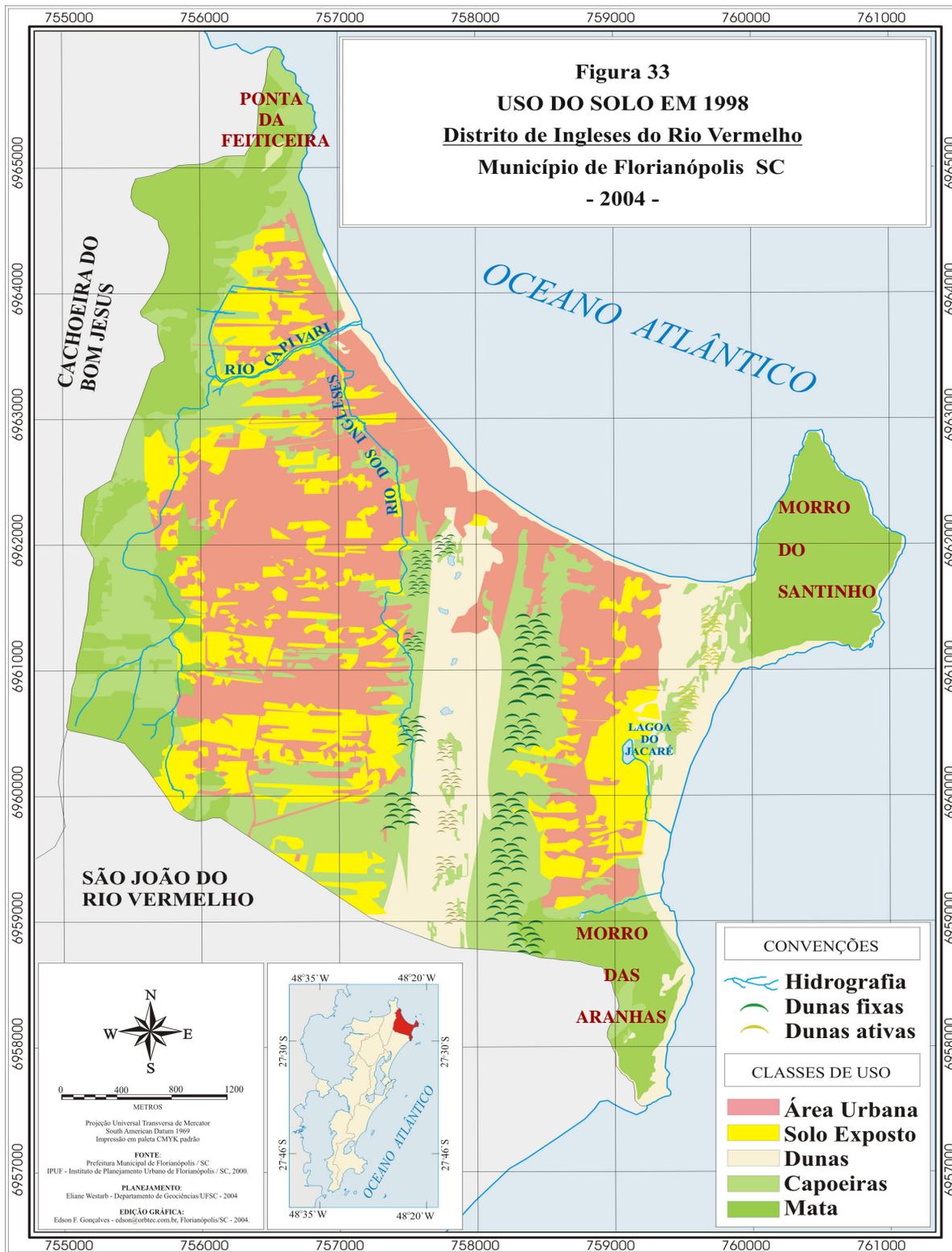
No mapeamento realizado para o período de 1994 a 2002 percebem-se claramente várias questões, destacando-se: o adensamento de edificações no Distrito como um todo e o avanço destas sobre as áreas de preservação permanente, e sobre a área de captação de água pela CASAN.

O adensamento de Ingleses do Rio Vermelho caracteriza-se pela horizontalização da ocupação urbana como pode ser observado na figura 35. Apenas na subárea das Gaiotas a ocupação urbana é verticalizada através de grandes condomínios. Nesta, as edificações, via de regra, são destinadas ao veraneio.

Dentre as áreas de preservação que sofrem com a ocupação humana em Ingleses, destacam-se em especial: o cordão de dunas fixas, as semi-fixas, o campo de dunas ativas e a área no entorno da captação de água subterrânea através de poços profundos da CASAN.

Verifica-se pelo mapeamento e através de pesquisa de campo que as áreas de dunas vegetadas são as mais atingidas pelo avanço das servidões que se ampliam longitudinalmente e lateralmente conforme pode ser observado nas figuras 36, 37 e 38 respectivamente.





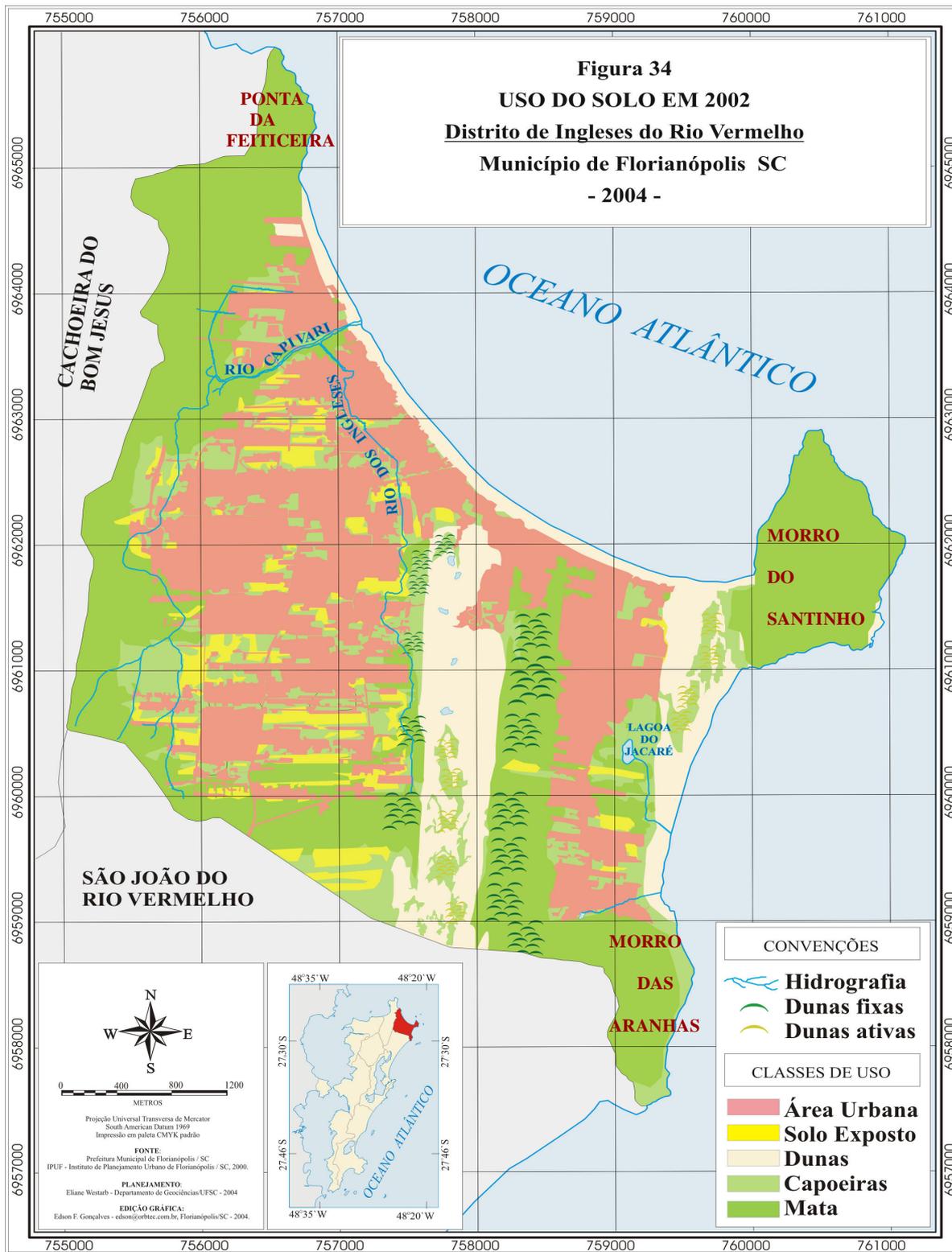




Figura 35 – Vista geral da Planície de Ingleses revelando o adensamento da ocupação urbana .
Fotos: Eliane Westarb em 16/05/2004.



Figura 36 – O avanço da ocupação sobre as dunas fixas no Santinho.
Foto: Eliane Westarb em 16/05/2004.



Figura 37 – Ocupação até o cordão de dunas fixas.
Rua Jatobá - Santinho



Figura 38 – Ocupação ao longo do cordão da duna fixa. Rua Jatobá - Santinho

Fotos: Eliane Westarb em 16/05/2004

Salienta-se que as referidas áreas eram anteriormente ocupadas pela produção agrícola, conforme as fotos aéreas de 1956 e 1978, mostradas nas figuras 30 e 31.

Nas servidões o adensamento fica evidente. No passado eram caminhos para as plantações de mandioca, milho e outros produtos, hoje se tornaram estradas de 3m de largura, após a modificação da função dos terrenos.

Sobre o campo de dunas ativas ocorre uma ocupação irregular que vem se desenvolvendo desde o início da década de 90, segundo Ferreira,(1999). Nesta dissertação esta ocupação será abordada separadamente assim como aquela que atinge as áreas de captação de água pela CASAN situadas no Sítio do Capivari que serão caracterizadas adiante.

Pelo mapeamento do uso do solo em 1994 observa-se que havia em todo o Distrito muitas áreas recortadas em lotes que se apresentam em processo de regeneração da vegetação, ou seja, no estágio de capoeiras. Em 1998 estas áreas encontram-se com os solos expostos e quatro anos depois estão praticamente todas ocupadas, agora pelo urbano. Portanto o período de 1994/2002 parece configurar-se no abandono total da atividade agrícola em favor da atividade turística.

Como a área de estudo encontra-se comprometida com a atividade turística, a população que a ocupa usa dois tipos de residências: a residência permanente e a residência temporária.

Os tipos de residências são importantes, pois distingue-se a população que permanece o ano todo no Distrito daquela que fica somente a temporada de verão. Desta forma é possível estimar de cada uma delas o consumo de água, a geração de esgoto, a carga potencial de nitratos ou outro dado importante.

Realizou-se para tanto a análise da evolução do número de ligações elétricas, completadas anualmente pela concessionária de energia elétrica do Estado de Santa Catarina (CELESC), em: residencial permanente, residencial de veraneio, comércio e serviços e industrial. Assim, buscou-se levantar dados numéricos para prover a estimativa de população que aproximasse mais precisamente da ocupação mapeada.

Apesar dos dados compreenderem o período de 1990 a 2002, utilizou-se para a análise aqueles a partir de 1994, já que se encontram discriminados por tipo de residência, por serem relevantes ao presente estudo e, porque o mapeamento do uso do solo do Distrito refere-se a este período.

Na tabela 02 encontram-se os dados de ligações elétricas classificadas segundo a utilização do imóvel, como segue: residencial e residência de veraneio, comércio e serviços e industrial.

Residencial é a ligação elétrica referente à moradia de população permanente, enquanto que o residencial de veraneio refere-se à moradia de população temporária. As ligações elétricas classificadas como industrial no Distrito em estudo referem-se às obras da construção civil, segundo esclarecimento do técnico da CELESC- Centrais Elétricas do Estado de Santa Catarina. Após a conclusão da obra, a referida ligação elétrica passa por reclassificação, conforme a função a que se destina, seja residencial, comercial ou de serviços.

Portanto, os dados referentes a ligações elétricas classificadas como industriais não se referem necessariamente à indústria, já que na área não há estabelecimento industrial propriamente dito.

ANOS	RESIDENCIAL	RESIDÊNCIA VERANEIO	COMÉRCIO SERVIÇO	INDUSTRIAL	TOTAL
1990	2.870		116	100	3.086
1991	3.309		139	176	3.624
1992	3.644		162	180	3.985
1993	2.398		77	109	2.584
1994	1.950	864	101	72	2.942
1995	3.614	2.692	258	176	6.740
1996	3.936	2.993	365	206	7.500
1997	4.944	3.231	468	275	8.831
1998	4.243	2.703	494	246	7.686
1999	4.588	2.697	563	244	8.092
2000	5.070	2.869	592	272	8.803
2001	6.170	2.896	747	354	10.167
2002	6.651	2.868	785	330	10.634

Fonte de dados: CELESC/Regional de Florianópolis.

Com base nos dados do referido quadro observa-se uma explosão do crescimento entre 1994 e 1995 em todos os setores: o residencial permanente cresceu 85%, o residencial temporário 211%; o comércio e serviços 155%.

Analisando-se o período de 1994 a 2002 verifica-se o elevado crescimento de residências permanentes e temporárias, em torno de 241% e 231% respectivamente. Cabe ressaltar que há na área, ligações elétricas clandestinas, sobretudo em áreas de ocupação irregular, como a “Rua do Siri”, assim como no Sítio do Capivari, ou seja, residências que não estão computadas neste percentual e no número absoluto.

Na figura 39 demonstra-se através de gráfico a evolução do crescimento das ligações elétricas em residências permanentes. De 1994 até 1997 o crescimento do número de ligações elétricas é ascendente, decrescendo em 1998 e voltando a crescer até 2002, num ritmo mais lento do que entre 1994 e 1997. Todavia os dados demonstram que nos últimos três anos, o crescimento das ligações elétricas em residências permanentes é superior ao número de ligações em residências de veraneio (Figura 40) e em número ascendente.

Considerando-se 1994/2002 o percentual médio de crescimento de residências permanentes foi de 19% ao ano. Todavia, há que se levar em conta que a explosão de crescimento em 94/95 influencia este dado. Desta forma retirando-se os valores de 94/95 a média de crescimento de residências permanentes encontra-se em torno de 10% ao ano.

Utilizando-se do mesmo critério para o cálculo do percentual médio de crescimento das residências temporárias têm-se um percentual em torno de 1% ao ano (Figura 40).

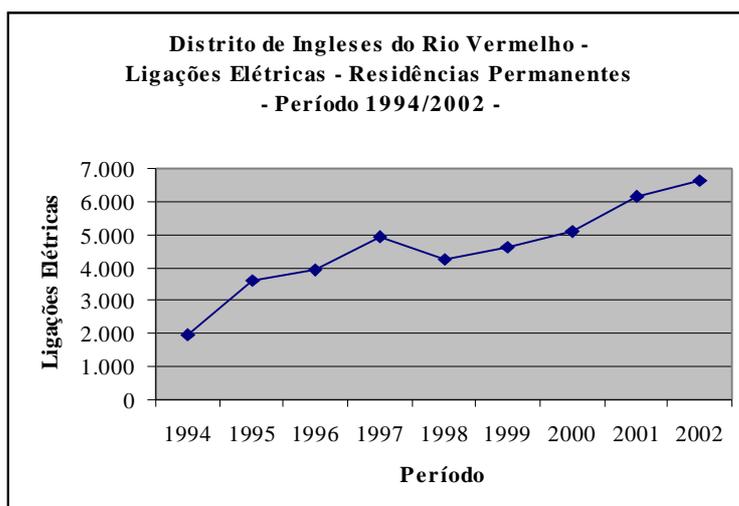


Figura 39 – Gráfico representativo da evolução do número de ligações elétricas em residências permanentes referente ao período 1994 a 2002 para o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, município de Florianópolis (SC).

Conclui-se que o adensamento na área em estudo atualmente ocorre em virtude do crescimento de residências permanentes, significando uma população consumidora de água e geradora de esgotos, durante o ano todo.

Sabe-se que a partir da taxa de crescimento (tx) ao ano, pode-se projetar o crescimento para um determinado período(n) através da seguinte fórmula:

$$\text{Número final} = \text{número inicial} * (1 + tx)^n$$

Assim sendo, utilizou-se o número de ligações elétricas de residências permanentes referente ao último ano para projetar o crescimento destas para os próximos cinco anos.

Substituindo:

$$\text{Número final} = 6651 * (1 + 0,10)^5 = 10.711$$

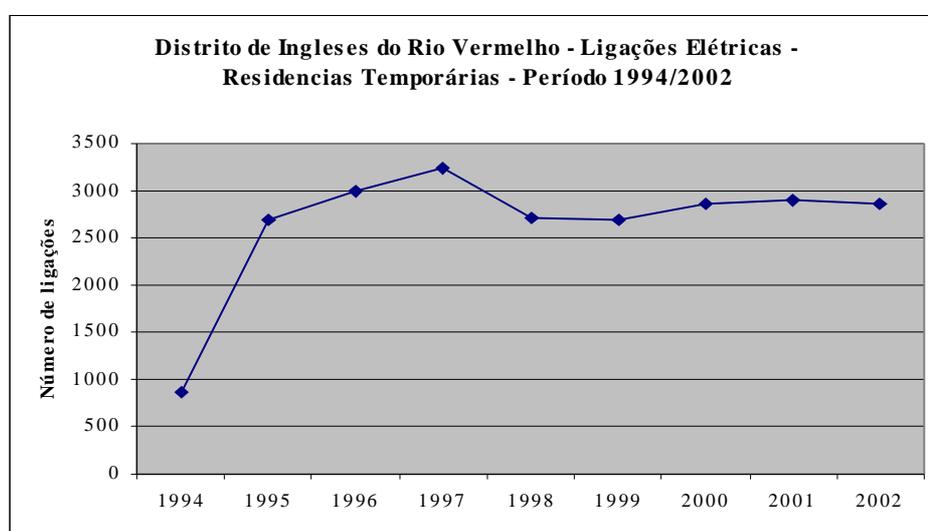


Figura 40– Gráfico representativo da evolução do número de ligações elétricas em residências temporárias no Distrito de Ingleses do RioVermelho no período 1994/2002.

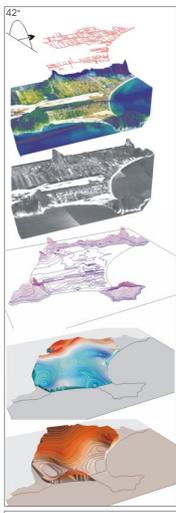
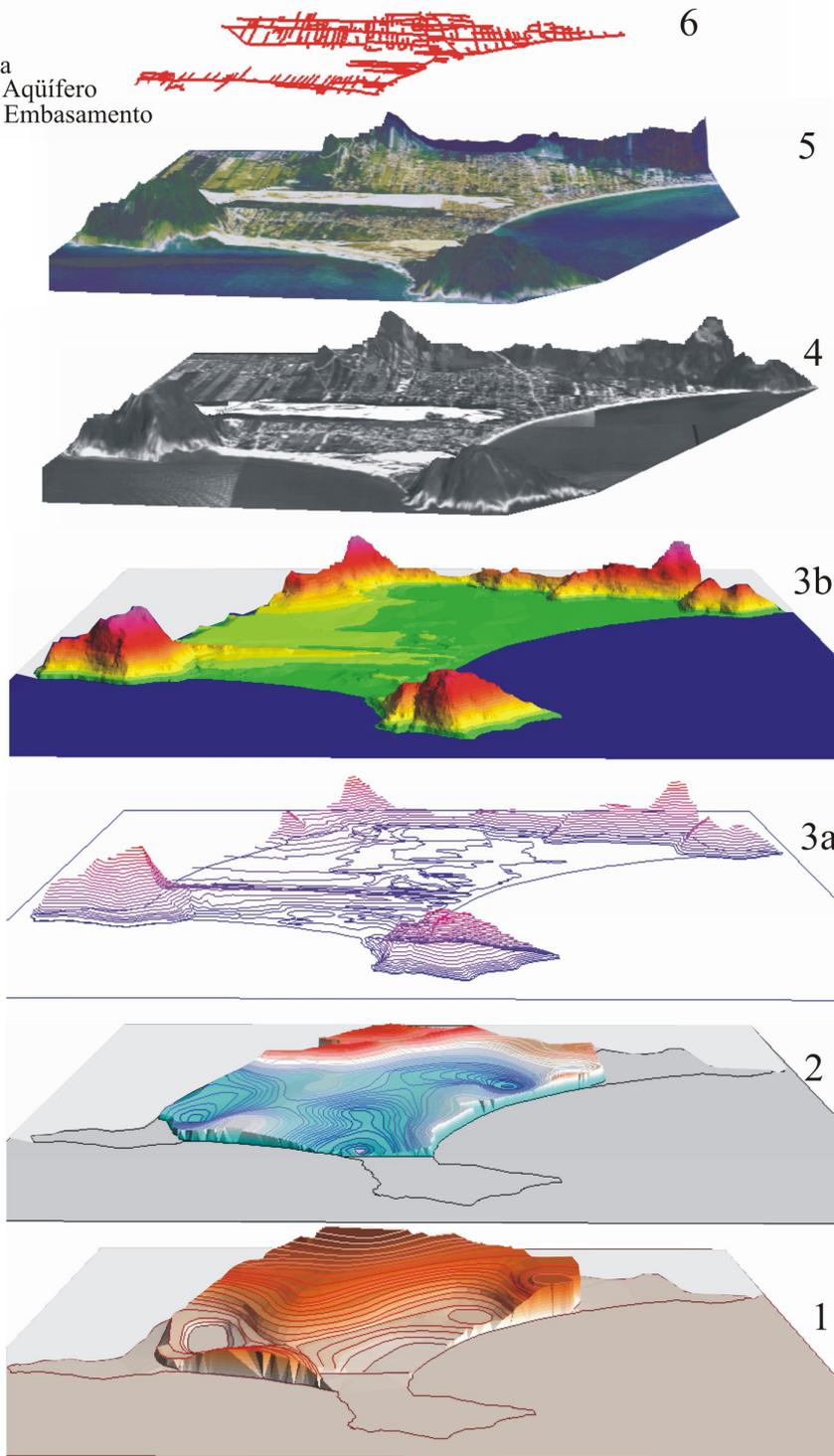
Portanto, se o crescimento de 10% sobre as 6.651 residências permanentes existentes em 2002 for mantido em cinco anos, ou seja, em 2007, a área terá 10.711 residências que multiplicadas por cinco pessoas, serão 53.555 habitantes.

Serão aproximadamente mais 4000 residências edificadas sobre uma área que atualmente apresenta problemas pela falta ou ineficiência das infra-estruturas urbanas, além das implicações decorrentes desta ocupação sobre o manancial subterrâneo.

Para finalizar, gerou-se um SIG- Sistema Geográfico de Informações da área de ocupação urbana do Distrito de Ingleses sobre o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses – SASFI – (Figura 41) possibilitando uma análise tridimensional dos vários componentes que compõem este estudo e que foram abordados e analisados conjuntamente ou separadamente. Neste sistema geográfico foi considerado como limite superior da área em estudo, o divisor de águas.

Figura 41
A OCUPAÇÃO URBANA SOBRE O SISTEMA AQÜÍFERO
SEDIMENTAR FREÁTICO INGLESES SASFI
Sistema Geográfico de Informações -SIG
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho
Município de Florianópolis SC
- 2004 -

- 6 Rede Viária
- 5 Foto 2002
- 4 Foto 1994
- 3b Planialtimetria
- 3a Cota Base do Aquífero
- 2 Cota Base do Aquífero
- 1 Cota Base do Embasamento



O SIG proporciona a visão da morfologia e profundidade do sistema aquífero preenchido pelos depósitos representados na planialtimetria. Sobre esta estrutura de ocorrência das águas subterrâneas encontra-se o adensamento da ocupação urbana evidenciado nas ortofotos de 1994 e 2002.

É possível avaliar que a manutenção do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses encontra-se seriamente ameaçada por esta ocupação. É necessário buscar a co-responsabilidade dos gestores do uso do solo urbano, dos recursos hídricos desta área e da comunidade que a ocupa.

Salienta-se que o SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses, dado às suas características hidrogeológicas, tem como área de recarga subterrânea toda a área de sua abrangência. Assim, o Distrito de Ingleses está situado dentro da área de recarga subterrânea do sistema aquífero.

6.4.3 A ocupação humana sobre o campo de dunas ativas “Moçambique-Ingleses”

A Unidade de Conservação – Dunas dos Ingleses – criada pelo Decreto Municipal nº112/85, publicado no Diário Oficial do Estado nº 12726, de 11 de junho de 1985 e a Lei 2193/85 que instituiu o Plano dos Balneários, já haviam delimitado e zoneado esta área como APP – Área de Preservação Permanente, destinando-a por força de lei como área “non aedificandi”. Pela Legislação Federal as dunas são consideradas Reservas Ecológicas e elas não podem ser ocupadas.

Além do que o uso das dunas fixas obrigará a retirada da vegetação no local. Como as areias são finas, do mesmo tipo que ocorre no campo ativo, elas serão remobilizadas pelos ventos que têm capacidade de transportá-las. Esta movimentação das areias atingirá todo o campo de dunas retirando sua vegetação e atingindo as propriedades em torno e principalmente aquelas ao norte, fora do campo de dunas. Logo, o uso ilegal e impróprio das dunas levará o prejuízo para a população a centenas de metros afastada do local inicial.

Apesar de toda a legislação em vigência protegendo áreas dunares, o campo de dunas ativas é objeto de ocupação urbana desde a década de 80, intensificando as edificações a partir da década de 90 (Ferreira,1999) (Figura 42).

Esta ocupação deu origem a uma favela conhecida como “Favela do Siri” com muitos problemas sociais, estruturais e ambientais (Ferreira e Westarb,2003).

As famílias que ali residem vivem uma realidade de miséria e carência muito grande propiciando doenças como subnutrição, diarreia, bichos de pé e piolhos nas

crianças além da infiltração de marginais junto à comunidade. Um dos maiores problemas é a falta de trabalho fixo destas pessoas que sem qualificação, sobrevivem fazendo “bicos” (Ferreira e Westarb,2003).

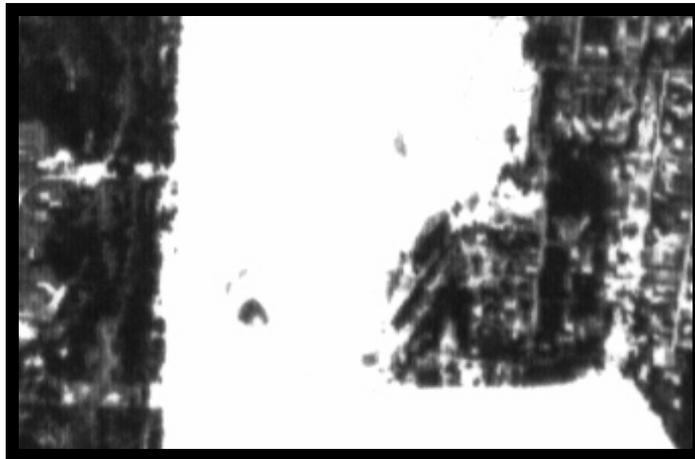


Figura 42 – Início da ocupação sobre o campo de dunas ativas “Moçambique-Ingleses”.
Aerofoto 1994 – Escala original 1: 25.000.
Fonte: IPUF/1994

Westarb e Ferreira(2003) realizaram pesquisa nesta ocupação para avaliar a expansão da área ocupada, crescimento do contingente populacional, procedência da população, tipos de esgotamento sanitário, fontes de obtenção de água potável.

Atualmente a área de ocupação sobre as dunas ativas, representa aproximadamente 0,5% da área do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho (20,47 Km²) e 0,4% do campo de dunas ativas Moçambique/Ingleses (Westarb e Ferreira,2003).

O processo de ocupação intensificou-se após 1994 até 1998, quando a área ocupada ampliou-se em 37%, passando de 25.600 m² para 35.100 m². No período posterior, de 1998 a 2002, o acréscimo em área foi de apenas 5% em relação ao período anterior, ou seja, ocorre uma certa estabilização da área ocupada pela população (Westarb e Ferreira,2003) (Figuras 43 e 44).

Através de fotos aéreas de 1994/1998/2002 e também sob observações diretas no local, constatou-se que, de uma ocupação esparsa com moradias espalhadas sobre as dunas em 1994 passou para uma situação de ocupação absoluta em 2003 em casebres em becos, sem esgoto, sem luz, sem água. Estas famílias, além de sofrerem com a falta de infraestrutura, correm sérios riscos com o avanço das dunas que têm soterrado várias casas nos últimos anos. Estas casas localizam-se na frente do campo dunar Moçambique-Ingleses que avança livremente no sentido norte (Ferreira e Westarb,2003).

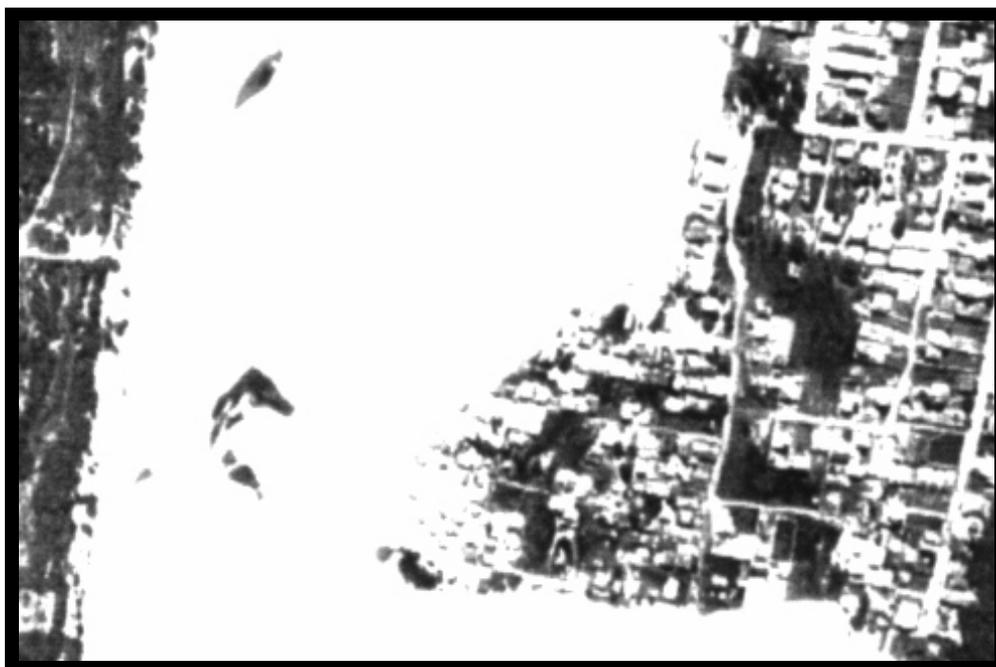


Figura 43 – Ocupação sobre o campo de dunas ativas “Moçambique-Ingleses”.
Fonte: CELESC/1998
Aerofoto: escala original 1: 15.000

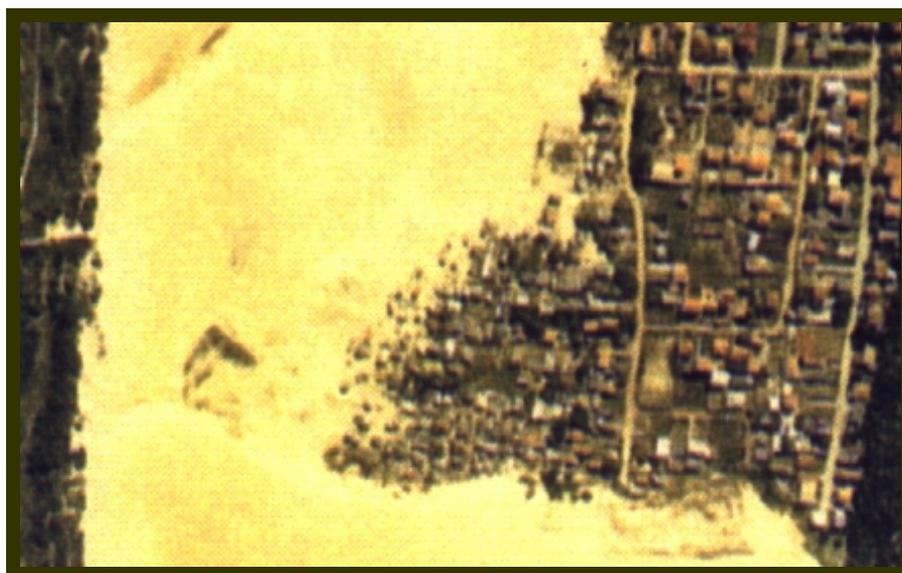


Figura 44 – Adensamento da ocupação sobre o campo de dunas ativas “Moçambique-Ingleses”- Fonte:IPUF/2002
Aerofoto: escala original 1: 15.000

A frente deste campo de dunas apresenta-se sob a forma de um grande paredão de areia, atingindo aproximadamente 30 metros de altura e inclinação em torno de 34° , favorecendo assim o deslizamento, que é agravado pela inexistência da vegetação e também pela retirada da areia, acelerando ainda mais o processo de avanço da duna (Ferreira e Westarb, 2003)

Ferreira (1999) relata que em 1997 havia no local 37 moradias com 132 habitantes. Em 2003, Westarb e Ferreira (2003) levantaram 254 moradias com uma média de 4,6 pessoas por família entrevistada, num total de 1168 habitantes. O incremento no número de moradias foi da ordem de 6.86 vezes ou 686 %, e, da população em mais de 800 % ou 8.84 vezes.

As casas encontram-se muito próximas umas das outras, ou unidas de tal maneira que a locomoção das pessoas é através de vielas. (Westarb e Ferreira,2003),(Figura 45).



Figura 45 – Na ocupação sobre o campo de dunas ativas “Moçambique-Ingleses” a locomoção das pessoas é realizada por vielas.
Foto: Ferreira e Westarb/2003.

Há lugares onde a população tenta evitar o avanço fazendo barreiras com madeiras, tocos, pneus, (figura, 46) (Ferreira e Westarb,2003), configurando disposição de resíduos sólidos cujos componentes químicos são lixiviados para o aquífero.

Os dados obtidos sobre a procedência da população revelaram que há pessoas desde Pernambuco, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro. Entretanto, cerca de 30% dos entrevistados são oriundos do interior dos estados da Região Sul: Santa Catarina com 13,5%; Paraná e Rio Grande do Sul 7,8% cada um.

Com relação à obtenção de água potável os dados demonstram que 89,76% da população local são atendidas pelo sistema público de abastecimento. Contudo, 3,4% das pessoas entrevistadas declararam não possuir qualquer sistema de abastecimento de água; 6,81% utilizam água de poço (Westarb e Ferreira,2003).

Quanto ao esgotamento sanitário a maior parte - 89,88% - utiliza ou pelo menos declarou utilizar, fossa séptica; 6,74% utilizam como local de disposição de dejetos a fossa negra e 3,37% a vala, ou seja, esgoto a céu aberto.



Figura 46 – Material usado para conter o avanço da duna sobre a ocupação é lixiviado para o aquífero .
Foto: Ferreira e Westarb/2003.

A importância das águas subterrâneas para o suprimento de água potável à comunidade local e do restante de balneários e localidades do norte da Ilha de Santa Catarina é inquestionável, diante da inexistência de fontes superficiais em condições de utilização.

Os depósitos arenosos são altamente vulneráveis à contaminação. As ocupações de dunas têm como consequência imediata a deterioração de área de recarga subterrânea importante para a manutenção qualitativa e quantitativa do SASFI.

Além dos aspectos de risco iminente do recurso hídrico subterrâneo, há de se destacar a deterioração das condições de vida desta população, seja no aspecto sanitário, seja na condição social e econômica e consequente exclusão da vida produtiva local. Deve-se enfatizar que a população encontra-se em situação de risco devido ao avanço das dunas sobre as casas conforme Ferreira e Westarb (2003).

Diante destas questões é imprescindível a definição de programas visando a relocação desta população em área devidamente estruturada para a urbanização, levando em conta a fragilidade dos ambientes costeiros e em particular da área de dunas ativas de Ingleses. Bem como promover estudos para o estabelecimento de proteção das áreas de recarga subterrânea e daquelas de maior vulnerabilidade do SASFI, programas de monitoramento da contaminação do aquífero e de políticas de gestão dos recursos hídricos subterrâneos de toda a Ilha de Santa Catarina.

6.4.4 A ocupação das áreas próximas aos poços de captação de água para o abastecimento público

O acelerado processo de ocupação do solo que vem ocorrendo em todo o Distrito de Ingleses, atinge também a área ao longo e a oeste do cordão de dunas vegetadas

onde se encontra localizada a maioria dos poços profundos de captação das águas subterrâneas do SASFI destinadas ao abastecimento público.

A ocupação encontra-se irregular, como já foi dito, sob vários aspectos da legislação vigente: pela Legislação Federal as dunas são consideradas Reservas Ecológicas; pelo Plano dos Balneários foi delimitada e zoneada esta área como APP – Área de Preservação Permanente, destinando-a por força de lei como área “non aedificandi”.

Os poços tubulares profundos destinados à captação de água subterrânea para abastecimento público, de propriedade da CASAN, encontram-se situados ao longo do limite leste da subárea do Sítio do Capivari (figura 2) do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho e no Distrito de São João do Rio Vermelho. A figura 47 apresenta a localização de doze poços georreferenciados que se encontram dentro do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho.

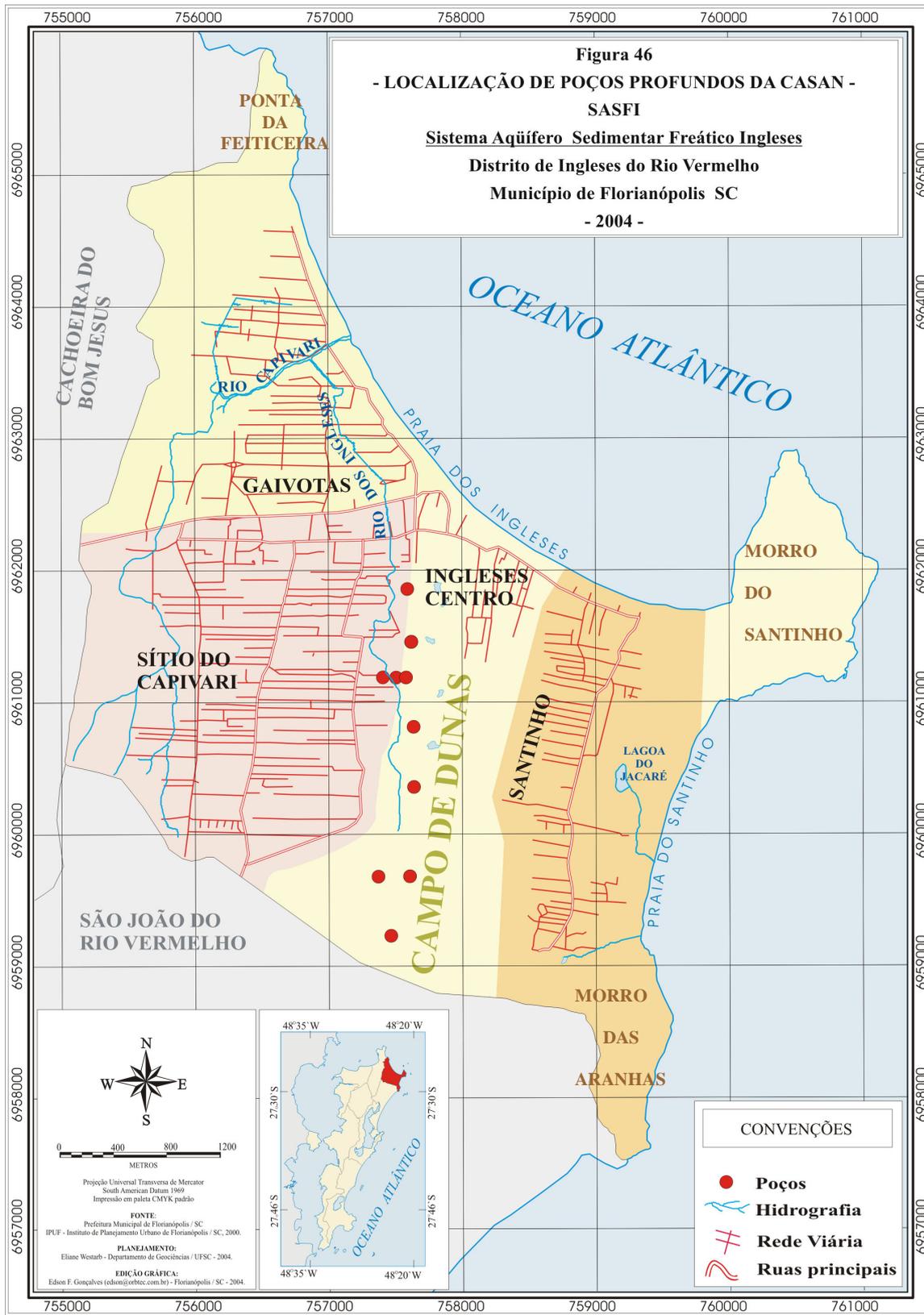
A CASAN - Companhia de Água e Saneamento/Regional de Florianópolis tem o controle e monitoramento do que é explotado diariamente de seus poços. O Sistema Costa Norte, é responsável pelo abastecimento público de água para Ingleses, Ponta das Canas, Cachoeira do Bom Jesus, Canasvieiras, parte de Jurerê, Daniela, Vargem Grande, Vargem Pequena, Ratoles, através da captação de água em 16 poços situados à oeste do campo de dunas Moçambique/Ingleses, na base do cordão de dunas fixas, direção norte-sul, dos quais doze encontram-se no Distrito de Ingleses e os demais no Distrito de São João do Rio Vermelho.

O volume explotado pelos poços da CASAN no período Junho de 1998 a Maio de 1999 foi de 3.150.081m³, já em 2003 chegou a 5.595.817 m³ representando um aumento da ordem de 77% em 5 anos (CASAN,1998; CASAN, 2003).

O período de funcionamento dos poços na baixa temporada é de 12 horas e na alta temporada (dez.,jan.,fev.) é de 24 horas. A vazão média do sistema de dezembro a maio de 2003 foi de 809 m³/h, e, de junho a novembro de 2003 foi de 576 m³/h (CASAN, 2003).

Os poços são identificados por siglas, números, apelidos e possuem profundidades em torno de 47 a 66m e a vazão varia de 23,8m³/s, 38,3 m³/s, 50m³/s até 90m³/s(Quadro 05).

Durante a pesquisa de campo observou-se a ocupação das áreas onde estão localizados os poços profundos de propriedade da CASAN. Visitou-se os poços chamados de ETA I e II; DIDI I e II e Oficina. Dos poços visitados o poço N°: 312.2



Quadro 05 - Poços de captação de água subterrânea pela CASAN no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho								
Poço N°	Data Perfuração	Profundidade(m)	Coordenadas UTM	Vazão Específica Q/s	Condições de exploração			
					Q m³/H	Período H/D	Prof/Bomba	Tubos
322.2FNS 31	02/06/94	54,55	757556.46 6961819.6	9,26 m³	72	18	37 m	4"
312.2FNS 30	24/02/94	61,38	757588 6961417	2,23 m³	40	18	27 m	3"
243.2FNS 7	11/11/87	63,66	757373.66 6961149.02		72	18	54 m	4"
310.2FNS 28	06/01/94	47,66	757604.5 6960772	2,29 m³	36	18	42 m	4"
309.2FNS 27	21/12/93	65,47	757608.5 6960316		80	18	36 m	4"
286.2FNS 22	10/10/92	65,50	757579.68 6959638.67	7,20m³	90	18	20 m	4"
287.2FNS 23	22/09/92	66,00	757437.5 6959188	5,50 m³	85	18	22 m	4"
381.2FNS 23			757340 6959638.67					
382.2FNS 23			757547.3 6961147.15					
242.2FNS 6	18/10/86	60,00	757373.66 69617713		72	18	25 m	4"
312.2FNS 30	24/02/94	61,38	757588 6961417	2,23m³	40	18	27 m	3"
323.2FNS 32	25/07/94	60,50	757474.57 6961147.15		72	18	19 m	4"

FNS31 ETA II encontra-se com a área de proteção dentro dos padrões estabelecidos para a proteção. Calculou-se uma área circundante em torno de 400 m² (Figura 48).

É necessário desenvolver programas junto à comunidade visando a mobilização social para a população circundante aos poços, de modo a buscar soluções para a manutenção do recurso hídrico subterrâneo, assim como cobrar dos órgãos competentes (Floram, Fatma, CASAN, IBAMA) a devida proteção e preservação destas áreas.



Figura 48 – Poço N.O: 312.2 FNS31 ETA II - Área preservada que circunda o poço de captação de água para abastecimento
 Eliane Westarb: 21/03/2004

Contudo as áreas onde estão situados os demais poços encontram-se fortemente pressionadas pela ocupação irregular, sem o controle ou fiscalização das autoridades constituídas apresentando um adensamento populacional que está no sopé do cordão de duna fixa conforme pode ser observado nas figuras 48, 49 e 50 e que são áreas de preservação permanente.



Figura 49 - Ocupação na base da duna fixa -



50a



50b

Figuras 50 a e b - Ocupação junto ao poço denominado – Oficina
 Áreas de captação de água para abastecimento público.

Fotos de Eliane Westarb em 21/03/2004

6.5 Implicações do crescimento da ocupação urbana sobre o SASFI -Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses

O adensamento da ocupação da área e a dependência da população de uma única fonte de água para abastecimento, a água subterrânea, leva a buscar-se informações sobre a população que a ocupa efetivamente. O conhecimento acerca da população é importante para estabelecerem-se os índices de consumo de água e do esgoto produzido, configurando a carga potencial de contaminação e a “recarga induzida”.

Do ponto de vista da manutenção quantitativa e qualitativa do manancial subterrâneo, os parâmetros acima citados poderão indicar se o sistema aquífero em estudo encontra-se sob risco de superexploração e de contaminação potencial das suas águas.

6.5.1 Tipos de população

Sabe-se que a população que ocupa uma área balneária é classificada em: população permanente, temporária e flutuante. Por conseguinte na tabela 03 obtêm-se os números correspondentes aos dois primeiros tipos de população. A população permanente corresponde àquela que reside em Ingleses durante o ano todo. A população temporária reside somente uma parte do ano, ou seja, durante a temporada de verão o que corresponde via de regra três meses anuais, dezembro, janeiro e fevereiro.

A população flutuante foi considerada como aquela que permanece hospedada em hotéis e pousadas por curtos períodos de no máximo uma semana. Optou-se então por estimar a evolução do crescimento da população de Ingleses do Rio Vermelho utilizando-se do número de residências permanentes e temporárias estabelecido anteriormente. Considerou-se que cada ligação elétrica, ou seja, cada residência atende um número médio de cinco pessoas obtendo-se a estimativa da população residente permanente e temporária na área de estudo.

Para se obter dados sobre a população flutuante, pesquisaram-se sobre a capacidade de hospedagem de hotéis e pousadas do Distrito. Foram pesquisados vinte e dois (22) hotéis na área e dezenove (19) pousadas. Prestaram informações dezoito (18) hotéis e todas as pousadas pesquisadas, resultando um total de 1106 apartamentos incluídos alguns chalés.

Entende-se que número de apartamentos é apenas um dado acerca da população flutuante, já que podem hospedar uma, duas, três ou mais pessoas. Além de que consumo de água, geração de esgotos e cargas potenciais de contaminante de nitrato

Tabela 03 - Estimativa do número de população permanente e temporária em residências de 1994 a 2002

Distrito de Ingleses do Rio Vermelho- Florianópolis/SC			
Ano	População Permanente	População Temporária	População Total
1994	9.750	4.320	14.070
1995	18.070	13.460	31.530
1996	19.680	14.965	34.645
1997	24.720	16.155	40.875
1998	21.215	13.515	34.730
1999	22.940	13.485	36.425
2000	25.350	14.345	39.695
2001	30.850	14.480	45.330
2002	33.255	14.340	47.595

possuem quantidade relativa ao tempo de moradia de cada pessoa.

Considerou-se também que as unidades de hospedagem possuem um consumo de água que inclui além do hóspede, os serviços oferecidos como restaurante, piscinas, jardins, saunas, hidromassagens, além dos serviços de manutenção e número de funcionários.

Portanto, para calcular consumo de água, a geração de esgotos e carga potencial de contaminante é necessário incluir além da população flutuante estas variáveis demandando uma pesquisa detalhada sobre estes serviços o que extrapola esta dissertação.

Desta forma nesta dissertação utilizar-se-á somente dados acerca da população permanente e temporária, deixando de lado a população flutuante.

6.5.2 Projeção de crescimento da população de Ingleses do Rio Vermelho.

Desprezando-se na tabela acima, os números correspondentes aos totais da população entre 1994 e 1995, por configurar-se atípico, uma vez que não se repete nos anos seguintes, calculou-se a taxa de crescimento médio anual da população permanente e temporária juntas e separadas. A população permanente teve uma taxa de crescimento anual de 10% ao ano enquanto que a população temporária cresceu 1% ao ano. Portanto, quando somadas, a taxa de crescimento médio da população total do Distrito durante a temporada de verão é de 7% ao ano.

A partir da taxa de crescimento (tx) ao ano, pode-se projetar o crescimento para um determinado período(n) através da seguinte fórmula:

$$\text{Número final} = \text{número inicial} * (1 + tx)^n$$

Projetando-se a população total do Distrito para os próximos cinco anos a partir

do último valor referente ao ano 2002:

$$\text{Número final} = 47.595 \cdot (1+0,7)^5$$

$$\text{Número final} = 66.754 \text{ habitantes}$$

Portanto, se a taxa de crescimento anual de 7% sobre os 47.595 habitantes estimados (tabela 03) para 2002 for mantida, em cinco anos, ou seja, em 2007 a área terá durante a temporada uma população de 66.754 habitantes, somente de população permanente e temporária. Neste cálculo não está incluída a população flutuante.

Do mesmo modo, projetou-se o crescimento da população permanente para cinco anos. A taxa de crescimento anual da população permanente nos últimos anos (1995 a 2002) foi de 10% ao ano.

Aplicando-se a mesma fórmula utilizada anteriormente, tem-se:

$$\text{Número final} = 33.255 \cdot (1+0,10)^5$$

$$= 53.557 \text{ habitantes em 2007}$$

Assim sendo, em cinco anos a população permanente do Distrito passará de cinquenta mil habitantes.

6.5.3 O consumo de água da população permanente e população temporária

Com objetivo de estabelecer a quantidade de água consumida pela população da área em estudo, utilizou-se como parâmetro o consumo per capita de 150 litros/hab/dia. Este valor corresponde ao consumo médio de água de uma comunidade de porte pequeno, segundo Sperling(1996) demonstrado no quadro 06.

As tabelas 04 e 05 apresentam os valores referentes à estimativa do consumo médio de água diária e anual pela população permanente e temporária de 1994 a 2002.

Sendo estes os dois tipos de população que efetivamente ocupam esta área durante todo o ano, os referidos cálculos levam a um consumo anual apresentado nas (tabelas 04 e

Quadro 06 - Consumo médio de água		
Porte da comunidade	Faixa da população (hab)	Consumo per capita (QPC) (l/hab.d)
Povoado rural	< 5.000	90- 140
Vila	5.000 - 10.000	100- 160
Pequena localidade	10.000 – 50.000	110- 180
Cidade média	50.000 - 250.000	120-220
Cidade grande	> 250 000	150-300

(Sperling,1996:52)

05). Este cálculo tem o objetivo de quantificar o consumo percentualmente em relação

ao valor da recarga subterrânea. Desta forma, determina-se qual é participação deste consumo sobre a manutenção quantitativa do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses, via recarga natural.

Tabela 04 - Estimativa do consumo de água					
População Permanente					
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho- Florianópolis/SC					
Ano	População Permanente	**Consumo l/dia	Consumo l/ano	Consumo m³	Consumo Anual(m³)
1994	9.750	1.462.500	533.812.500	1.462,5	533.812,5
1995	18.070	2.710.500	989.332.500	2.710,5	989.332,5
1996	19.680	2.952.000	1.077.480.000	2.952,0	1.077.480,0
1997	24.720	3.708.000	1.353.420.000	3.708,0	1.353.420,0
1998	21.215	3.182.250	1.161.521.250	3.182,25	1.161.521,25
1999	22.940	3.441.000	1.255.965.000	3.441,0	1.255.965,0
2000	25.350	3.802.500	1.387.912.500	3.802,5	1.387.912,5
2001	30.850	4.627.500	1.689.037.500	4.627,5	1.688.037,5
2002	33.255	4.988.250	1.820.711.250	4.988,25	1.820.711,25
Média do consumo		3.676.500	1.341.922.500	3.676,5	1.341.922,5

*** Consumo médio por pessoa 150 l/dia(Sperling,1996)

Somando-se o consumo médio anual de água da população permanente (Tabela 04) com o consumo da população temporária (Tabela 05) é equivalente a 1.535.554,69m³ ou 1.535.554.688 litros. Considerando que o volume anual destinado à recarga subterrânea do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses, é de 10.214.530 m³, o consumo da população representa anualmente 15,03% desta.

Entretanto, deve-se salientar que este aquífero atende também às populações de Canasvieiras, Vargem Pequena, Vargem Grande, Daniela, Jurerê, Ponta das Canas e Cachoeira do Bom Jesus, totalizando 26.494 economias (CASAN,2003), das quais 7.806 economias estão em Ingleses.

A vazão média anual do sistema é de 192,5 l/s, chegando nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro 214,35l/s, 256,38l/s e 246,11l/s respectivamente (CASAN,2003).

O volume explotado em 2003 pelos poços da CASAN para abastecimento público da população das referidas localidades foi de 5.595.817 m³ (CASAN,2003), ou seja, 54,78% do volume anual de recarga subterrânea natural do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses que é de 10.214.530 m³.

Todavia, com relação ao consumo de água da população que ocupa o Distrito efetivamente, que apesar de numerosa e completamente adensada sobre uma área costeira limitada, é a parcela que talvez detenha o menor consumo de água em relação

Tabela 05 - Estimativa do consumo de água					
População Temporária					
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho- Florianópolis/SC					
Ano	População Temporária	*Consumo l/dia	Consumo l/ano	Consumo m³	Consumo Anual (m³)
1994	4.320	648.000	58.320.000	648	58.320,0
1995	13.460	2.019.000	181.710.000	2.019	181.710,0
1996	14.965	2.244.750	202.027.500	2.245	202.027,5
1997	16.155	2.423.250	218.092.500	2.423	218.092,5
1998	13.515	2.027.250	182.452.500	2.027	182.452,5
1999	13.485	2.022.750	182.047.500	2.022	182.047,5
2000	14.345	2.151.750	193.657.500	2.152	193.657,5
2001	14.480	2.172.000	195.480.000	2.172	195.480,0
2002	14.340	2.151.000	193.590.000	2.151	193.590,0
Média do consumo		2.151.469	193.632.100	2.151	193.632,1

*Consumo médio por pessoa 150 l/dia (Sperling,1996:52)

às atividades que se encontram ali instaladas e da exportação de água subterrânea para outras localidades como foi mencionado.

Podem ser citados como exemplos os hotéis que além dos apartamentos para hospedagem, possuem as lavanderias, restaurantes e os serviços de manutenção de jardinagem, piscina, limpeza e outros serviços. As pousadas e os restaurantes também são grandes consumidores de água, além de lanchonetes e o comércio em geral.

Seria possível quantificar estes serviços em termos de consumo de água utilizando-se os valores apresentados no quadro 07, de Sperling (1996). Contudo, este teria que ser objeto de uma pesquisa mais profunda sobre estas atividades o que ampliaria muito esta dissertação.

A manutenção quantitativa dos sistemas aquíferos dá-se via recarga subterrânea. Observa-se pelos números apontados anteriormente que é preciso avaliar o limite desta exploração, já que sem contar as captações de água realizadas pela população e pelas atividades em geral especialmente com poços próprios, retira-se mais da metade da recarga subterrânea natural do sistema.

Assim depreende-se que é urgente empreender estudos para avaliar toda exploração de água do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses, sob pena de estar colocando em risco a manutenção quantitativa do mesmo.

Ou de outro modo, a importância de se desenvolver a gestão compartilhada do sistema aquífero, incluindo população, empresários, poder público de maneira a desenvolver formas de uso e controle de retirada das águas subterrâneas assegurando a que a recarga subterrânea não se torne deficitária.

Quadro 07 – Consumo de água típico de alguns estabelecimentos comerciais		
Estabelecimento	Unidade	Vazão l/unidade/dia
Aeroporto	Passageiro	5 - 15
Alojamento	Residente	80 - 150
Banheiro Público	Usuário	10 - 25
Bar	Freguês	5 - 15
Cinema/Teatro	Assento	2 - 10
Escritório	Empregado	15 - 70
Hotel	Hóspede	30 - 70
	Empregado	100 - 200
Indústria	Empregado	30 - 50
Lanchonete	Freguês	4 - 20
Lavanderia comercial	Máquina	2000 - 4000
Lavanderia automática	Máquina	1500 - 2500
Loja	Banheiro	1000 - 2000
	Empregado	30 - 50
Loja de departamento	Banheiro	1600 - 2400
	Empregado	30 - 50
	m ² de área	5 - 12
Posto de Gasolina	Veículo servido	25 - 50
Restaurante	Refeição	15 - 30
Shopping Center	empregado	30 - 50
	m ² de área	4 - 10

Fonte: EPA (1977), Hosang e Bishof (1984), Tchobanoglous e Schroeder (1985), Qasim (1985) Metcalt & Eddy (1991), NBR-7229/93, apud (Sperling, 1996).

Sabe-se que a quantidade de água interessa do ponto de vista da manutenção do sistema, mas, a qualidade desta depende das formas de uso do solo urbano, e que o adensamento populacional em área sem rede de coleta e tratamento de esgoto, é o quesito agravante do aspecto qualitativo da água. Assim na gestão compartilhada acima recomendada, deve-se incluir a discussão sobre as formas de uso do solo urbano dos Distritos que abrangem o manancial subterrâneo e que extrapolam a área deste estudo, além de garantir que o saneamento atenda 100% da população que ocupa as áreas em questão.

6.5.4 A “recarga induzida” ao Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI

De maneira geral, a produção de esgotos corresponde aproximadamente ao consumo de água. No entanto, o valor da fração de esgotamento sanitário produzido que universalmente é adotado tem sido o de 80% do consumo de água.

Desse modo, o consumo médio anual de água calculado para a população do Distrito de Ingleses determina o volume de esgoto anualmente gerado. Este volume

corresponde igualmente à “recarga induzida”(Hirata e Ferreira,2001), ou seja, um retorno ao sistema aquífero, tendo em vista que não há rede de coleta e tratamento de esgotos no Distrito de Ingleses.

Assim o volume da “recarga induzida”, via efluentes domésticos corresponde a 80% do consumo de água da população. A partir dos valores calculados anteriormente, o consumo médio anual de água da população total (permanente + temporária) é de 1.535.496,66 m³. Portanto, o volume que corresponde à “recarga induzida” do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses – SASFI, encontra-se em torno de 1.228.397,33 m³/ano. Acrescentando-se à recarga natural calculada anteriormente em 10.214.530 m³, a recarga subterrânea total do sistema aquífero em estudo seria de 11.442.927,33 m³/ano que corresponde a “reserva reguladora”(Hirata, 2001).

Deste modo, pode-se concluir que via de regra, para a manutenção quantitativa do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - como não há rede de coleta de tratamento de esgoto, o esgoto funciona como um componente que contribui para tal. Porém, esta contribuição deve ser avaliada sob outros aspectos.

Segundo o Ministério da Saúde, 65% das internações hospitalares resultam da inadequação dos serviços e ações de saneamento, sendo a diarreia responsável, anualmente, por 50 mil mortes de crianças, a maioria com menos de um ano de vida. Por falta de saneamento, a cólera (doença) encontra nas periferias urbanas e nos bolsões de pobreza as condições ideais para sua disseminação (SNIS,2000).

Na falta de coleta adequada de esgotos, o material fecal continua no domicílio ou na vizinhança e leva à transmissão de doenças. Estima-se que a falta de água potável e de saneamento nas áreas urbanas no Brasil causam cerca de 8.500 casos anuais de mortalidade prematura e de morbidade adicional (SNIS,2000).

Está claro que tal situação representa ônus para a qualidade de vida das populações não assistidas, já que é comprovada a estreita dependência entre saneamento e saúde pública. Tal situação representa também ônus financeiro para o Estado e para a população, no tratamento de doenças.

6.5.5 Esgotos domésticos

Esgoto é o termo usado para caracterizar os despejos provenientes dos diversos usos da água, como o doméstico, comercial, industrial, agrícola, em estabelecimentos públicos e outros. Os esgotos sanitários são os despejos líquidos constituídos de esgotos domésticos e industriais lançados na rede pública e águas de infiltração (Braga, et

al.2003).

A parcela mais significativa dos esgotos sanitários são esgotos domésticos que provêm, principalmente, de residências e de edificações públicas e comerciais que concentram aparelhos sanitários, lavanderias e cozinhas. Resultantes do uso da água pelo homem em função dos seus hábitos higiênicos e de suas necessidades fisiológicas, os esgotos domésticos compõem-se, basicamente, das águas de banho, urina, fezes, restos de comida, sabões, detergentes e águas de lavagem (Braga, et al.,2003).

A quantidade de esgoto sanitário produzida diariamente pode variar bastante não só de uma comunidade para outra, como também dentro de uma mesma comunidade em função de hábitos e condições socioeconômicas da população; pressão e qualidade da água distribuída na rede de abastecimento; estado e conservação dos aparelhos sanitários e vazamentos de torneiras.

O conceito de vazão doméstica engloba usualmente os esgotos oriundos dos domicílios, bem como de atividades comerciais e institucionais (escolas, hospitais, igreja, prefeituras, órgão governamentais) normalmente componentes, de uma localidade. A vazão doméstica de esgotos é calculada com base na vazão de água da respectiva localidade (Braga et al.2003).

6.5.5a Características dos esgotos domésticos

As características dos esgotos são função dos usos a que a água foi submetida. Os usos variam conforme o clima, situação social e econômica e hábitos da população. Cerca de 99,9% da composição dos esgotos domésticos consistem em água altamente contaminada por 0,1% de sólidos orgânicos, inorgânicos, suspensos e dissolvidos, além de microorganismos (Sperling,1996).

Os quadros 08, 09 e 10 apresentam as principais características físicas, químicas e biológicas presentes nos esgotos.

Os principais parâmetros que se destacam entre relativos a esgotos predominantemente domésticos: sólidos orgânicos e inorgânicos dissolvidos e em suspensão, indicadores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e indicadores de contaminação fecal.

6.5.5b Disposição dos esgotos domésticos

O esgoto doméstico pode ser coletado e destinado às Estações de Tratamento de Esgoto(ETE). Esta é uma forma de tratamento coletivo do esgoto. Caracteriza-se pela

Quadro 08 - Principais características físicas dos esgotos domésticos

Parâmetro	Descrição
Temperatura	Ligeiramente superior à da água de abastecimento
	Variação conforme as estações do ano (mais estável que a temperatura do ar)
	Influência na atividade microbiana
	Influência na solubilidade dos gases
	Influência na viscosidade do líquido
Cor	Esgoto fresco: ligeiramente cinza
	Esgoto séptico: cinza escuro ou preto
Odor	Esgoto fresco: odor oleoso, relativamente desagradável
	Esgoto séptico: odor fétido (desagradável), devido ao gás sulfídrico e a outros produtos da decomposição
	Despejos industriais: odores característicos
Turbidez	Causada por uma grande variedade de sólidos em suspensão
	Esgotos mais frescos ou mais concentrados: geralmente maior turbidez

Fonte: adaptado de Qasim (1985, apud Sperling, 1996).

Quadro 09 : Principais características químicas dos esgotos domésticos

Parâmetro	Descrição
SÓLIDOS TOTAIS	Orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos; sedimentáveis.
• Em suspensão	- Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que não são filtráveis (não dissolvidos),
Fixos	- Componentes minerais, não incineráveis inertes, dos sólidos em suspensão,
Voláteis	- Componentes orgânicos dos sólidos em suspensão
• Dissolvidos	- Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que são filtráveis, Normalmente considerados com dimensão inferior a 10^{-3}
Fixos	- Componentes minerais dos sólidos dissolvidos.
Voláteis	- Componentes orgânicos dos sólidos dissolvidos
• Sedimentáveis:	- Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que sedimenta em 1 hora no cone Imhoff. Indicação aproximada da sedimentação em um tanque de decantação
MATÉRIA ORGÂNICA	Mistura heterogênea de diversos compostos orgânicos. Principais componentes proteínas carboidratos e lipídios
• Determinação indireta	
DBO ₅	- Demanda Bioquímica de Oxigênio. Medida a 5 dias, 20°C. Está associada à fração biodegradável dos componentes orgânicos carbonáceos. É uma medida do oxigênio consumido após 5 dias pelos microrganismos na estabilização bioquímica da matéria orgânica.
DQO	- Demanda Química de Oxigênio. Representa a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar quimicamente a matéria orgânica carbonácea. Utilizam fortes agentes oxidantes em condições ácidas.
DBO última	- Demanda última de Oxigênio. Representa o consumo total de oxigênio, ao final de vários dias, requerido pelos microrganismos para a estabilização bioquímica da matéria orgânica.
• Determinação direta	
- COT	- Carbono Orgânico Total. É uma medida direta da matéria orgânica carbonácea. É determinado através da conversão do carbono orgânico a gás carbônico.
NITROGÊNIO TOTAL	- O nitrogênio total inclui o nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato. É um nutriente indispensável para o desenvolvimento dos microrganismos no

	tratamento biológico. O nitrogênio orgânico e a amônia compreendem o denominado Nitrogênio Total Kjeldah (NTK).
• Nitrogênio orgânico	- Nitrogênio na forma de proteínas, aminoácidos e uréia.
• Amônia	- Produzida como primeiro estágio da decomposição do nitrogênio orgânico.
• Nitrito	Estágio intermediário da oxidação da amônia. Praticamente ausente no esgoto bruto.
• Nitrato	- Produto final da oxidação da amônia. Praticamente ausente no esgoto bruto.
FÓSFORO	- O fósforo total existe na forma orgânica e inorgânica. É um nutriente indispensável no tratamento biológico.
• Fósforo orgânico	- Combinado à matéria orgânica.
• Fósforo inorgânico	- Ortofosfato e polifosfatos.
<i>pH</i>	Indicador das características ácidas ou básicas do esgoto, Uma solução é neutra em <i>pH</i> 7
ALCALINIDADE	Indicador da capacidade tampão do meio (resistência às variações do <i>pH</i>), devido à presença de bicarbonato, carbonato e íon hidroxila (OH).
CLORETOS	Provenientes da água de abastecimento e dos dejetos humanos
ÓLEOS E GRAXAS	Fração da matéria orgânica solúvel em hexanos. Nos esgotos domésticos, as fontes são óleos e gorduras utilizados nas comidas.

Fonte: Adaptado de Arceivala (1981), Qasim (1985), Metcalf & Eddy (1991), apud (Sperling,1996).

Quadro 10 - Principais microrganismos presentes nos esgotos	
Microrganismo	Descrição
Bactérias	Organismos protistas unicelulares. Apresentam-se em várias formas e tamanhos. São os principais responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Algumas bactérias são patogênicas, causando principalmente doenças intestinais
Fungos	Organismos aeróbios, multicelulares, não fotossintéticos, heterotróficos. Também de grande importância na decomposição da matéria orgânica. Podem crescer em condições de baixo <i>pH</i> .
Protozoários	Organismos unicelulares sem parede celular. A maioria é aeróbia ou facultativa Alimentam-se de bactérias, algas e outros microrganismos. São essenciais no tratamento biológico para a manutenção de um equilíbrio entre os diversos grupos. Alguns são patogênicos
Vírus	Organismos parasitas, formados pela associação de material genético (DNA ou RNA) e uma carapaça protéica. Causam doenças e podem ser de difícil remoção no tratamento da água ou do esgoto.
Helmintos	Animais superiores. Ovos de helmintos presentes nos esgotos podem causar doenças.

Fonte: Silva e Mara (1979), Tchobanoglous e Schroeder (1985) Metcalf & Eddy (1991), apud (Sperling,1996).

coleta das águas residuárias através de redes de tubulações até uma estação de tratamento, onde o material usualmente é processado bioquimicamente, sob condições aeróbias ou anaeróbias. O efluente resultante está praticamente asséptico e com pequena carga orgânica podendo ser descartado no ambiente.

Em áreas em que não há implantação das ETEs, são utilizados sistemas de saneamento “*in situ*”. Estes diferem dos sistemas acima mencionados, por tratar o esgoto doméstico no próprio local de sua produção. A ABNT – Associação Brasileira de

Normas Técnicas através da NBR 7229/1993 e NBR 13969/97 dispõe sobre o projeto, construção e operação dos tanques sépticos. As prefeituras através da Vigilância Sanitária baseiam-se nestas normas para aprovar o projeto para construção de moradias unifamiliares ou multifamiliares. Todavia, sabe-se que na maioria das vezes a construção fica a critério de cada morador, o que significa que não há a fiscalização necessária, ou falta cidadania.

6.5.5c Sistemas de saneamento "in situ": a pesquisa em Ingleses do Rio Vermelho

No Distrito de Ingleses a rede de coleta de esgoto foi parcialmente implantada, sem, no entanto, entrar em funcionamento devido a problemas técnicos na definição da localização da estação de tratamento. Diante deste fato, que é público e notório, a população utiliza os sistemas sépticos para a coleta e tratamento do esgoto situados no próprio terreno.

No que tange às águas subterrâneas sabe-se que os sistemas de saneamento "*in situ*" configuram-se em importantes fontes de contaminação no mundo. A contaminação das águas subterrâneas está relacionada à ineficiência dos sistemas sépticos, no que se refere ao projeto construtivo, às características hidrogeológicas do terreno onde está instalado, à manutenção dos sistemas e à densidade de fossas por unidade de área.

Durante dois anos foram aplicados quatrocentos e vinte e cinco questionários (425) levantando-se os tipos de sistemas sépticos, o tempo de intervalo de manutenção dos mesmos e ainda, a distância entre os sistemas de disposição do efluente no solo e as obras de captação de água subterrânea. Desta forma, os dados levantados mostram um panorama geral do sistema de saneamento "*in situ*" utilizado pela população na área de estudo com interferência nas águas subterrâneas.

O quadro 11 apresenta os tipos de sistemas de saneamento "*in situ*" utilizados na área.

A população emprega essencialmente fossas sépticas que foram classificadas conforme o material utilizado no fundo de cada unidade. A diversidade dos tipos empregados ocorre no nível da disposição dos efluentes no solo.

Os grandes condomínios utilizam o saneamento "*in situ*", as fossas sépticas com valas de infiltração para os efluentes. As ETEs - Estações de Tratamento de Esgotos que aparecem na investigação fazem parte do sistema de tratamento de esgotos de alguns hotéis existentes na área.

Quadro 11 - Tipo de Sistemas sépticos			
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho			
Tipo de sistema séptico	Tipo de fundo do sistema séptico	Número absoluto	Número Relativo (%)
Fossa séptica c/ sumidouro	Alvenaria e brita	148	35
Fossa comum	Brita	77	20
Fossa séptica com 2/3/4 repartições	Alvenaria	91	21
Fossa séptica sem descrição construtiva		83	20
Fossa séptica com filtro		1	0
Fossa séptica com valas de Infiltração		20	5
ETEs individuais		5	1
Total		425	100

Considerando as normas técnicas NBR 7229/1993 e NBR 13969/97 que dispõem sobre o projeto, construção e operação dos tanques sépticos, infere-se que os tipos classificados como: fossa séptica com sumidouro, fossa séptica com várias repartições, fossa séptica com filtro, fossa séptica com valas de infiltração e as ETEs – Estação de Tratamento de Esgotos, que correspondem a 62% dos questionários aplicados na área, estão próximos daqueles recomendados pelas referidas normas da ABNT- (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Ao passo que a “fossa com fundo de brita” considera-se que não está de acordo com as normas da ABNT, podendo-se classificá-la como fossa comum. Segundo Duarte (1985), este tipo de fossa pode ser classificada como fossa seca e fossa úmida ou negra, (figuras 51 e 52) dependendo da posição em que se encontra em relação ao nível do freático.

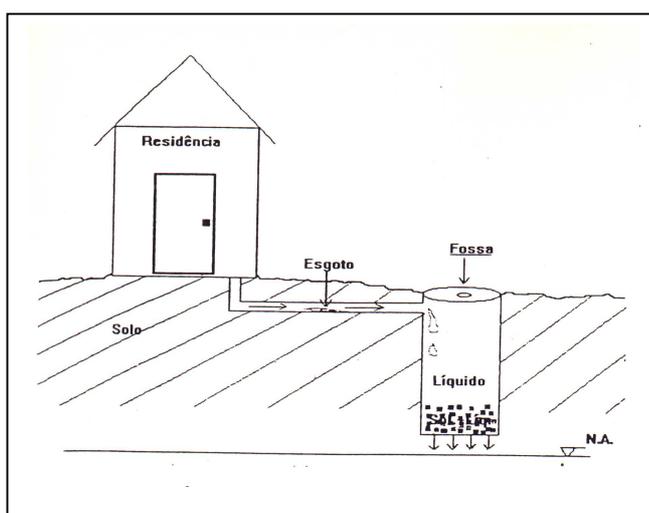


Figura 51 - Representação de fossa seca (Fonte: Espindola, 2001)

As “fossas secas” possuem profundidades que em geral não atingem o nível freático, ou nível da água subterrânea. Com a flutuação do freático, esta deixa de ser seca para tornar-se úmida ou negra (figura 52). Nestas condições, ocorre a dispersão do efluente bruto que avança lateralmente e verticalmente, colocando em risco as captações de água próximas e a saúde dos usuários.

Observou-se durante a pesquisa de campo que a “fossa comum” ocorre principalmente na subárea do Santinho e Ingleses-Centro, naquelas residências mais antigas.

A figura 53 apresenta o funcionamento de um tanque séptico ou fossa séptica de câmara única (Duarte1985), em cuja zona superior devem ocorrer processos de sedimentação, flotação e de digestão da espuma, prestando-se a zona inferior ao acúmulo e digestão do lodo sedimentado (ABNT, 1993).

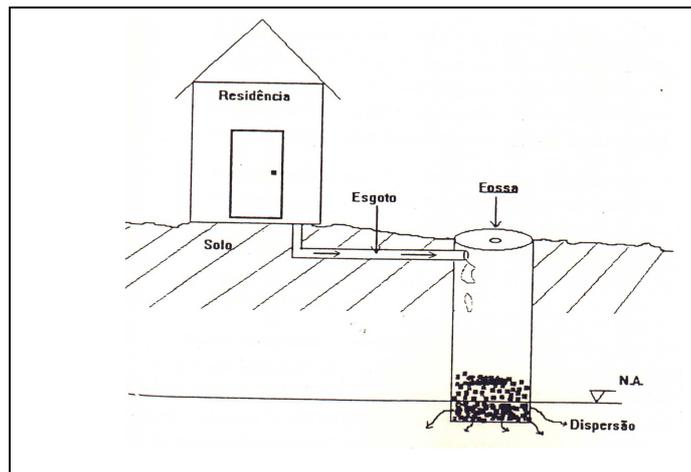


Figura 52 - Representação de fossa negra ou úmida (Fonte: Espindola, 2001)

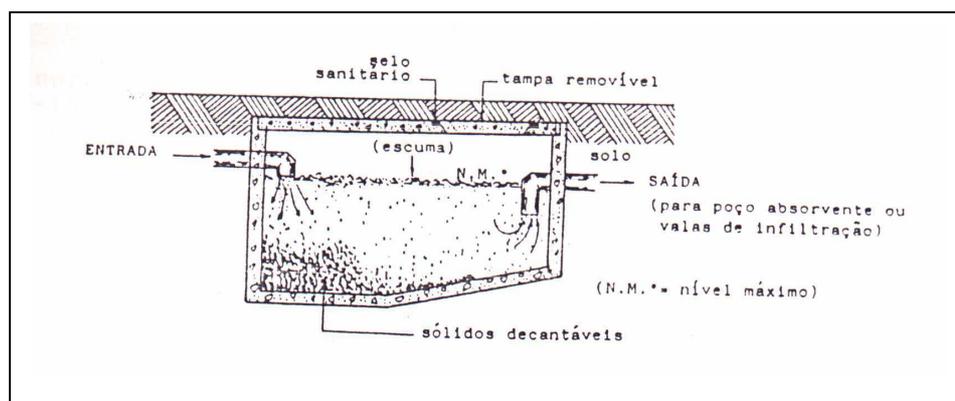


Figura 53 – Funcionamento geral de uma fossa séptica ou tanque séptico de câmara única (Duarte, 1985)

Na figura 54 e 55, apresentam-se sistemas de saneamento "in situ" com a disposição dos efluentes em sumidouro e outro em valas de infiltração.

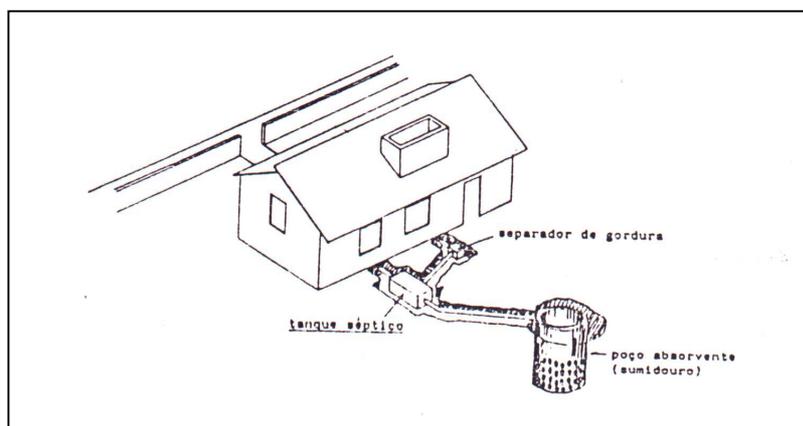


Figura 54– Funcionamento geral de uma fossa séptica ou tanque séptico com a disposição dos efluentes em sumidouro (Duarte,1985).

As formas de disposição final dos efluentes dos esgotos oriundos das fossas sépticas, utilizados na área em estudo serão avaliadas nesta dissertação do ponto de vista das restrições recomendadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, quanto às características construtivas em relação ao nível do freático.

Quanto à disposição final dos efluentes em sumidouros, a NBR 13969/1997, deixa claro que devido à posição verticalizada no terreno o “seu uso é favorável somente em áreas onde o aquífero é profundo, onde possa garantir a distância mínima de 1,50m entre o seu fundo e o nível do aquífero”.

Para a utilização de sumidouro em área arenosa com nível de aquífero profundo, e com baixo valor de K (menor que 500min/m), chamada de condutividade hidráulica que corresponde à capacidade dos materiais de transmitirem água em função da inclinação do freático, pode-se adotar como alternativa uma camada filtrante de no mínimo 30 cm envolvendo o sumidouro (ABNT/1997).

Durante a pesquisa de campo, em entrevistas com moradores e pessoas que abrem poços no Sítio do Capivari, Gaivotas e Ingleses-Centro as afirmações são as seguintes: “ o lençol d’água está à menos de dois metros” ...“para a construção das fossas sépticas têm-se que rebaixar o lençol freático”. Somente no Santinho é que o freático encontra-se mais profundo. Deste modo, o uso de fossas sépticas, sumidouros é impróprio nas áreas do Distrito em que o freático apresenta-se alto.

Visto que os dados apresentados no quadro 11, indicam que o uso de fossa séptica com sumidouro domina em 35% das residências sob entrevista, há necessidade, portanto, de se desenvolver estudos para a avaliação do funcionamento destes sistemas nas diversas áreas do Distrito.

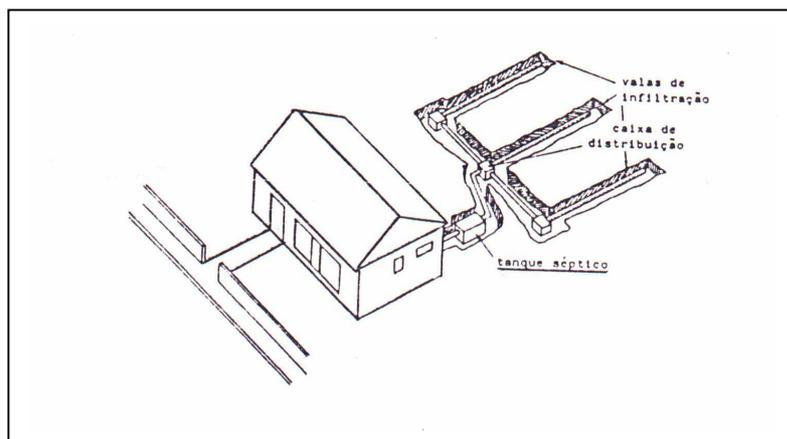


Figura 55 – Funcionamento geral de uma fossa séptica ou tanque séptico com a disposição dos efluentes em valas de infiltração (Fonte: Duarte,1985).

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) (ABNT/1997)”.

Na área em estudo este processo é bastante utilizado pelos grandes condomínios, localizados na subárea das Gaivotas. A norma acima referida coloca como restrição o alto grau de saturação de água do solo, mas indica este sistema para locais, onde o freático é alto, desde que haja a possibilidade de rebaixamento do freático através de sistema de drenagem.

Desse modo, entende-se que a solução torna-se adequada para estes empreendimentos, já que nos terrenos onde são construídos os condomínios são realizadas drenagem superficial e subterrânea inclusive de telhado, porão e drenagem de fundação, eliminando o alto grau de saturação de água no solo.

Do ponto de vista geológico os depósitos que constituem a subárea das Gaivotas, são caracterizados como areno-siltico-argilosos (Ferreira,1999). A presença de argila pode aumentar a eficiência dos sistemas sépticos, haja vista que esta retarda o movimento, facilita a adsorção proporcionando condições para a atenuação acontecer. Entretanto a área é a mais baixa do Distrito e foi paludial até as primeiras construções serem lá estabelecidas. Portanto, o freático é elevado.

Contudo, devem ser desenvolvidos estudos mais profundos de todas as questões que envolvem o sucesso ou o fracasso destes sistemas empregados em área de aquífero livre.

6.5.5d Manutenção dos sistemas sépticos

O tempo de intervalo de limpeza das fossas sépticas é parte importante para o sucesso ou fracasso do tratamento do esgoto individual, além da carga hidráulica. Pondera-se que, sobretudo em área em que há flutuação do freático, esta questão precisa ser bastante observada pela população.

Desta forma, levantou-se o intervalo de tempo em que a população de Ingleses normalmente utiliza como parâmetro para a realização da limpeza de fossas sépticas. Tem-se como parâmetro para avaliação, o intervalo de tempo adequado às normas da ABNT que indica a limpeza e inspeção dos sistemas a cada seis meses.

Assim, observa-se no quadro 12 que somente em 10% das residências cadastradas em Ingleses do Rio Vermelho é acatado o tempo indicado pelas normas para limpeza das fossas sépticas a cada seis(6) meses; 25% efetua a limpeza uma vez ao ano e 19% a cada dois anos. Desta forma, em 44% das fossas sépticas situadas na área em estudo são realizadas limpezas num intervalo de tempo de um a dois anos.

Observou-se durante a pesquisa que em muitas residências que não informaram um período determinado, têm como referência a própria fossa como sinal que está na hora de limpá-la, ou seja, quando esta molha o terreno significa que está cheia, ou quando há refluxo no sistema de descarga dos banheiros.

Infelizmente, este é um sinal de que o tratamento dos esgotos não está acontecendo, devido a uma série de fatores, como: excesso de afluente, pelo tamanho sub-dimensionado para o volume de esgoto gerado em relação ao número de pessoas na residência, por infiltrações no sistema ou por afogamento pelo freático.

Portanto, o uso de fossas sépticas é desaconselhável devido aos muitos fatores que sugerem o fracasso dos sistemas sépticos, tais como: o freático é alto aflorando em muitos pontos; áreas com ocupação intensa onde o número de fossas de todos os tipos é elevado e as características construtivas e de operação destas são na maior parte precária além da área ser predominantemente arenosa.

Enfim, o fato é que todos os sinais acima referidos e os fatores relacionados significam via de regra, que o esgoto não tratado devidamente está sendo lançado no terreno e conseqüentemente atingindo o aquífero conforme o “modelo conceitual do mecanismo de contaminação da água subterrânea” desenvolvido por Espíndola (2001) (figura 56).

Quadro 12 - Manutenção dos Sistemas sépticos Distrito de Ingleses do Rio Vermelho		
Intervalo de tempo para limpeza	Número Absoluto	Número Relativo %
até 6 meses	41	10
1 x ao ano	105	25
a cada 2 anos	79	19
a cada 3 anos	47	11
a cada 4 anos	24	6
a cada 5 anos	13	3
a cada 6 anos	1	0
a cada 7 anos	6	1
a cada 8 anos	1	0
a cada 9 anos	1	0
a cada 10 anos	4	1
1 x em 30 anos	1	0
Não informado	102	24

Este autor representou os diferentes sistemas de saneamento "*in situ*" instalados num aquífero freático considerando que:

“a amplitude da contaminação da água subterrânea é limitada e própria para cada vertente topográfica, com grau de contaminação progressivo de montante para jusante. A magnitude da contaminação é função da densidade de fossas ao longo das vertentes e das características sanitárias relacionadas às mesmas (aspectos construtivos e operacionais)” (Espindola, 2001:17).

Assim, considerando o processo acima descrito e representado na figura 54, acredita-se que o sistema de saneamento "*in situ*" amplamente difundido na área em estudo está conduzindo às águas subterrâneas concentrações de contaminantes oriundos de esgotos domésticos. Por se encontrar um grande número de fossas na área, pode-se classificá-las como “fontes de contaminação difusas” (Foster e Hirata, 1991).

6.5.5e Enfermidades transmitidas por águas subterrâneas contaminadas por sistemas de saneamento "*in situ*"

As doenças relacionadas ao uso de água contaminada por sistemas de saneamento "*in situ*" são causadas por organismos patogênicos, e por substâncias químicas (Quadros 13,14 e 15).

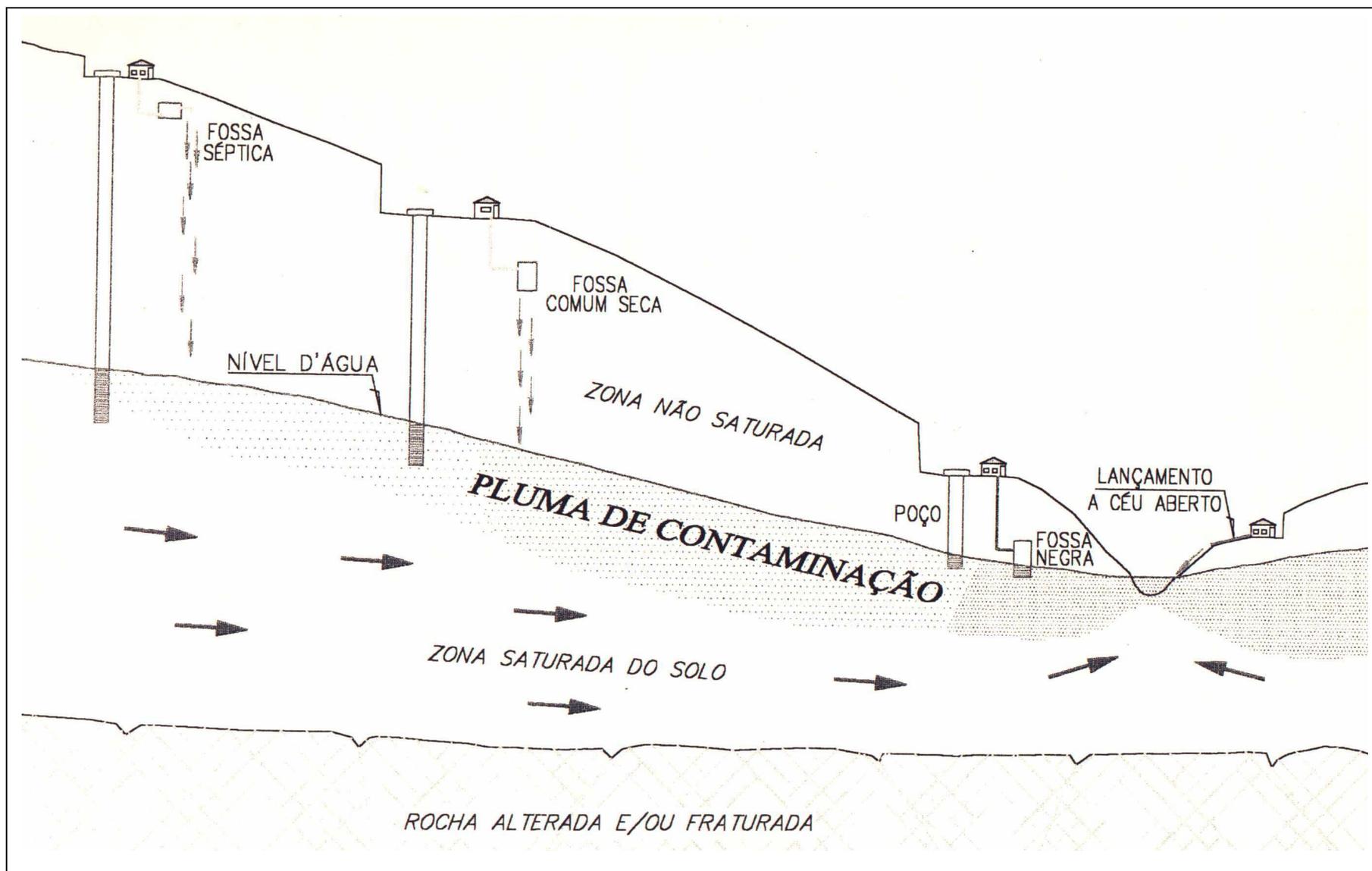


Figura 56: Modelo conceitual do mecanismo de contaminação das águas subterrâneas (Espindola, 2001).

Quadro 13 – Enfermidades transmitidas por vírus	
Enfermidade	Agente patogênico
Hepatite infecciosa	Vírus de hepatite A
Poliomielite	Poliovírus
Diarréias	Rotavírus – agente Norwalk
Diversos sintomas	Echovírus, Coxsackievirus e outros

Fonte: Custódio e LLamas (1993).

Quadro 14 - Enfermidades causadas por ingestão de nitratos	
Enfermidade	Agente
Metahemoglobinemia	Cianose infantil
Carcinogênese – câncer gástrico	Nitritos e nitratos

Fonte: Custódio e LLamas (1993).

6.5.5f Os sistemas de saneamento "in situ": a carga potencial de contaminante nitrato em Ingleles do Rio Vermelho.

Os sistemas de saneamentos “*in situ*” (fossas negra e séptica) são fontes importantes de contaminação das águas subterrâneas, como já foi dito. As fossas sépticas, mesmo quando bem construídas e operadas geram cargas de nitrogênio capazes de contaminar os aquíferos (Foster e Hirata, 1993). Já as fossas negras, além do nitrogênio, também estão associadas à baixa remoção de organismos patogênicos, sendo bastante grave em áreas densamente ocupadas onde o abastecimento de água é feito por poços.

Os compostos de nitrogênio presentes nas excretas humanas, não representam um perigo imediato para as águas subterrâneas, mas podem causar problemas muito mais amplos e persistentes.

Foster e Hirata (1987) afirmam que a indicação de contaminação potencial de águas subterrâneas por nitratos provenientes de unidades de disposição de excretas “*in situ*” provém das seguintes considerações:

“Uma população de 20 pessoas por hectare representa uma descarga de até 100Kg/ha/a ao solo, se for oxidada e lixiviada com 100mm/a de infiltração pode resultar em uma recarga local de águas subterrâneas

Quadro 15 - Enfermidades causadas por bactérias

Enfermidade	Agente patogênico	Características
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Diarréia aguda que ocorre em surtos, com vômitos ocasionais, rápida desidratação, acidose, câibras musculares e colapso respiratório. Pode causar a morte em 48 horas, se não tratado.
Febre tifóide	<i>Salmonella typhi</i>	Doença infecciosa caracteriza por febre contínua, mal estar, manchas rosadas no tronco, tosse, prisão de ventre e comprometimento dos tecidos linfóides; doença restrita ao ser humano; taxa de mortalidade de 10% na ausência de tratamento.
Febre paratífóide	<i>Salmonella paratyphi</i> A, B e C	Semelhante à febre tifóide, causando entretanto, diarréia. É menos letal.
Outras salmoneloses	Há vários tipos, a mais comum <i>S.typhimurium</i> (mais comum),	Estão associadas a outros animais – Os tempos de sobrevivência de Salmonella sp. na água e no esgoto é de 30 dias em temperaturas entre 20 e 30°C, podendo sobreviver até 60 dias.
Shigeloses	<i>S. dysenteriae, S. flexneri, S. boydii, S. sonnei</i>	
Desintéria bacilar	<i>Shigella spp</i>	
Diarréias	<i>Escherichia coli</i> toxigênica <i>Escherichia coli</i> enteropatógena <i>Escherichia coli</i> enteroinvasoras	Causam diarréia profusa e aquosa sem muco nem sangue, que duram menos de 48 horas. Relacionadas a surtos de diarréia em berçários. Causam doenças localizadas principalmente no cólon (intestino) que se manifesta com febre e diarréia mucóide e muitas vezes, sanguinolenta.

com uma concentração de 100mg NO₃-N/l (Foster e Hirata,1987:21)”.

Foster e Hirata(1987) demonstraram a correlação entre a densidade da população servida por fossas sépticas e os níveis de nitrato nas águas subterrâneas estudando a ilha atlântica de Bermuda. Neste estudo, a concentração de nitrato aumentou paulatinamente desde 1970 e após dezessete anos registraram concentrações máximas de 40 mg NO₃ – N/L em alguns poços, em áreas mais densamente povoadas. Salienta-se que o limite de nitrato (NO₃ – N/L) recomendado pela OMS – Organização Mundial da Saúde é de 10 mg/L.

Para a determinação da carga contaminante potencial de saneamento "in situ" para a água subterrânea a partir da população que ocupa o Distrito em estudo, no período de 1995 a 2002, considerar-se-á o valor sugerido por Foster e Hirata (1991) de 4 Kg/hab/ano de nitrato potencial.

O cálculo da quantidade de nitrato presente nas excretas humanas, conforme Foster e Hirata(1988) é realizado sobre o número de habitantes numa determinada área.

Tendo em vista as características da área em estudo já discutidas, utilizaram-se as estimativas de população permanente e temporária para calcular-se a carga potencial de contaminação de nitrato apresentadas nas tabelas 06 e 07.

Hirata e Ferreira (2000) classificam os valores de carga em: elevado, moderado e reduzido potencial de geração de carga contaminante, a partir dos seguintes valores de corte:

“Carga reduzida < 40.000 Kg de nitrato ano

Carga moderada quando o valor da carga for entre os dois valores extremos.

Carga elevada >100.000 kg de nitrato ano”

Tabela 06 – Estimativa da carga potencial de contaminação de nitrato pela população permanente no período 1995/2002

Ano	RESIDENCIAL	*População Permanente	**N O 3 4Kg/hab/ano
1995	3.614	18.070	72.280
1996	3.936	19.680	78.720
1997	4.944	24.720	98.880
1998	4.243	21.215	84.860
1999	4.588	22.940	91.760
2000	5.070	25.350	101.400
2001	6.170	30.850	123.400
2002	6.651	33.255	133.020

Tabela 07 – Estimativa da carga potencial de contaminação de nitrato pela população temporária em Ingleses do Rio Vermelho no período 1995/2002

Ano	Residência de Veraneio	*População Temporária	** NO ₃ ***1Kg/hab/ano
1995	2.692	13.460	13.460
1996	2.993	14.965	14.965
1997	3.231	16.155	16.155
1998	2.703	13.515	13.515
1999	2.697	13.485	13.485
2000	2.869	14.345	14.345
2001	2.896	14.480	14.480
2002	2.868	14.340	14.340

*Estimativa da população temporária considerando cinco(5) pessoas por residência

**Quantidade de nitrato nas excretas considerando a produção média de 4Kg/hab/ano(Foster & Hirata,1988

*** População Temporária permanece na área somente 3 meses ao ano o que equivale a de 1Kg/hab/ano de nitrato.

Considerando a classificação de Hirata e Ferreira(2000) mencionada, os valores de carga anual moderada apresentam-se em 1995, 1996 e 1998 (Tabela 08). Enquanto que os anos de 1997 e de 1999 a 2002 os valores de carga são considerados elevados.

Foster e Hirata (1987) estimam que valores entre 20 e 40% do nitrogênio depositado nas unidades de saneamento são oxidados e lixiviados para as águas subterrâneas.

Assim, verifica-se que a carga potencial total de nitrato calculada para o período, reflete o nível de contaminação que o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI, está recebendo por ano. Desta forma, é necessário estabelecer uma rede de monitoramento em poços distribuídos em distintos pontos no Distrito para avaliar e acompanhar o incremento nas concentrações de nitrato nas águas subterrâneas.

Tabela 08 – Estimativa da carga potencial total de contaminação de nitrato em Ingleses do Rio Vermelho no período 1995/2002

Ano	NO ₃	NO ₃	Total Anual de NO ₃
	*4Kg/hab/ano	**1Kg/hab/ano	*População Permanente + ** População Temporária
1995	72.280	13.460	85.740
1996	78.720	14.965	93.685
1997	98.880	16.155	115.035
1998	84.860	13.515	98.375
1999	91.760	13.485	105.245
2000	101.400	14.345	115.745
2001	123.400	14.480	137.880
2002	133.020	14.340	147.360

6.6 A pesquisa sobre a captação de água subterrânea pela população

Os questionários aplicados no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, tiveram como principal objetivo levantar os tipos de poços e/ou ponteiros utilizados pela população, avaliando as profundidades, os sistemas de saneamento de cada subárea do Distrito: Santinho, Sítio do Capivari, Ingleses Centro.

Baseado em Gerardi & Silva (1981) o tamanho amostral desta dissertação foi determinado em 381 questionários. Estes foram aplicados em residências de população permanente e temporária. No entanto, o número real de amostras levantadas foi maior que aquele determinado pelos autores supracitados, atingindo 425 questionários.

O motivo pelo qual o número real de questionários excedeu ao indicado por Gerardi & Silva (1981), foi porque neles estão incluídos alguns dos hotéis, pousadas, restaurantes, supermercado, posto de combustível e lanchonete. Os hotéis e pousadas foram inclusos esperando obter um panorama da capacidade de hospedagem e a partir desta estimar a população flutuante. Aos demais se aplicou o questionário visando levantar a representatividade do uso da água subterrânea pelos estabelecimentos através da captação direta do aquífero ou do abastecimento público.

No quadro 16 está representado o número de questionários aplicados por subárea. Entretanto, o número de questionários é menor que o número de obras de captação de água subterrânea uma vez que, normalmente os condomínios possuem mais de um ponto de água.

Os pontos d'água foram mapeados utilizando-se de convenção cartográfica internacional para ponteira cravada, poço escavado, indicadas em Custódio e LLammas (1993).

Quadro 16	
Distribuição do número de questionários aplicados conforme as subáreas	
Ingleses do Rio Vermelho/ Florianópolis/SC	
Subáreas	Número
Gaivotas	76
Ingleses Centro	59
Sítio do Capivari	154
Santinho	136
Total	425

Os poços escavados possuem diâmetros de 0,90m a 1,0m e são revestidos com tubos de cimento. Por este motivo foram denominados de poços revestidos.

Foram mapeados 452 ponteiros cravados e 12 poços escavados, totalizando quatrocentos e sessenta e quatro (464) “pontos d’água” distribuídos nas quatro subáreas em que o Distrito de Ingleses foi dividido (Figura 57) e sobre o mapa de vulnerabilidade (CASAN,2002) (Figura 58).

A concentração dos poços está sobre a vulnerabilidade alta exigindo grande cuidado e as áreas com vulnerabilidade extremamente alta (dunas) exigem extremo cuidado e impedimento absoluto de ocupação (Figura 58).

6.6.1 Tipos de obras de captação de água subterrânea

Foram levantados durante a pesquisa dois tipos de obras de captação de água subterrânea utilizados pela população: a ponteira cravada e o poço revestido. Nos dois tipos a água subterrânea é captada através da sucção por bomba elétrica. As diferenças entre os dois residem na técnica de perfuração e na posição da bomba que capta a água subterrânea.

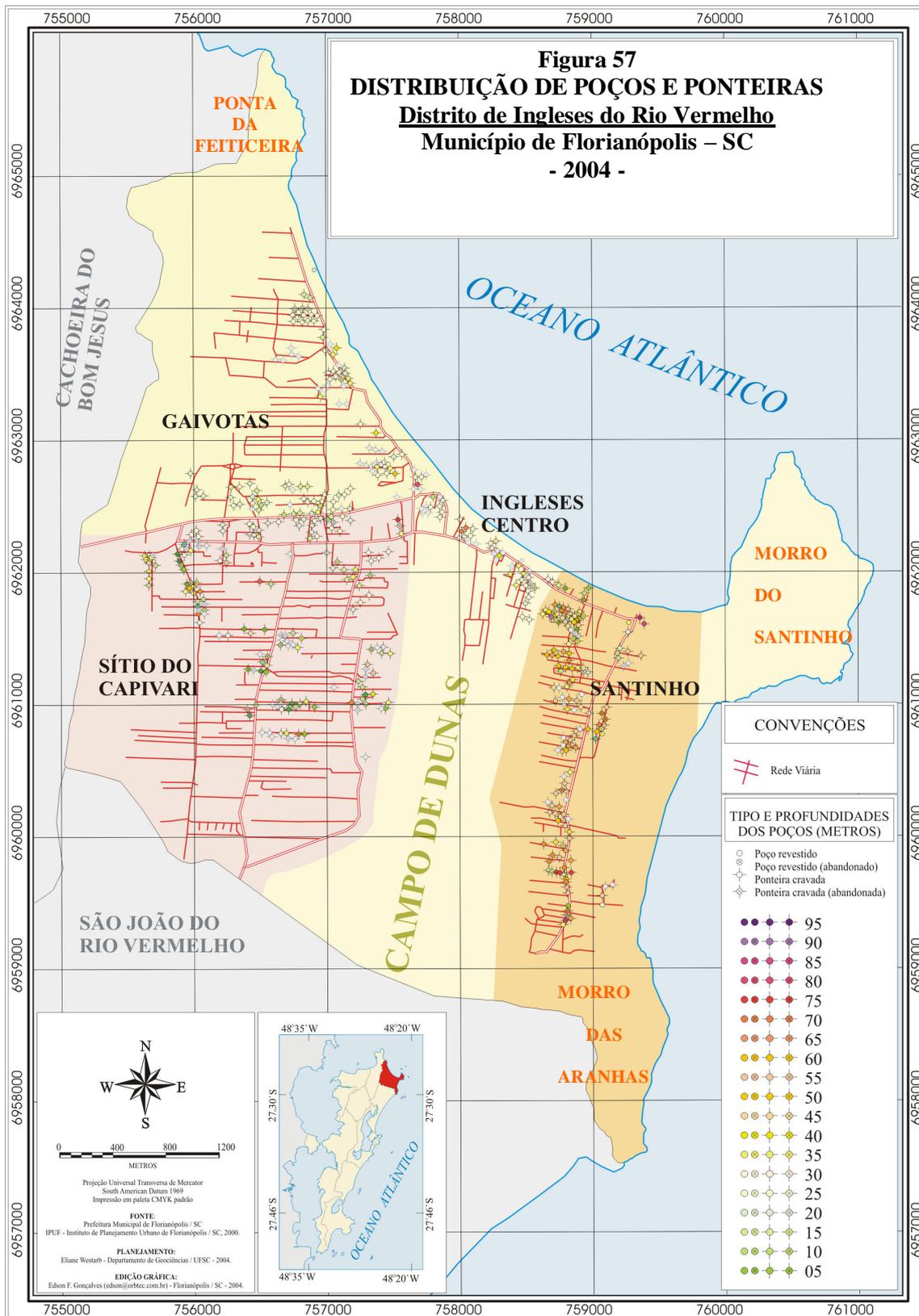
O poço revestido era utilizado antigamente. É escavado manualmente com pá e picareta, exigindo a contenção das paredes da cava à medida que vai sendo aprofundada. Desta forma, vão sendo colocados os tubos para evitar o desmoronamento, já que as camadas em subsuperfície não são coerentes, sendo predominantemente arenosas. A bomba é posicionada no nível da água e permanece enterrada dentro do poço, conforme pode ser visualizado na figura 59 (Duarte,1985). Atualmente nos poços profundos o posicionamento da bomba não reflete o nível da água.

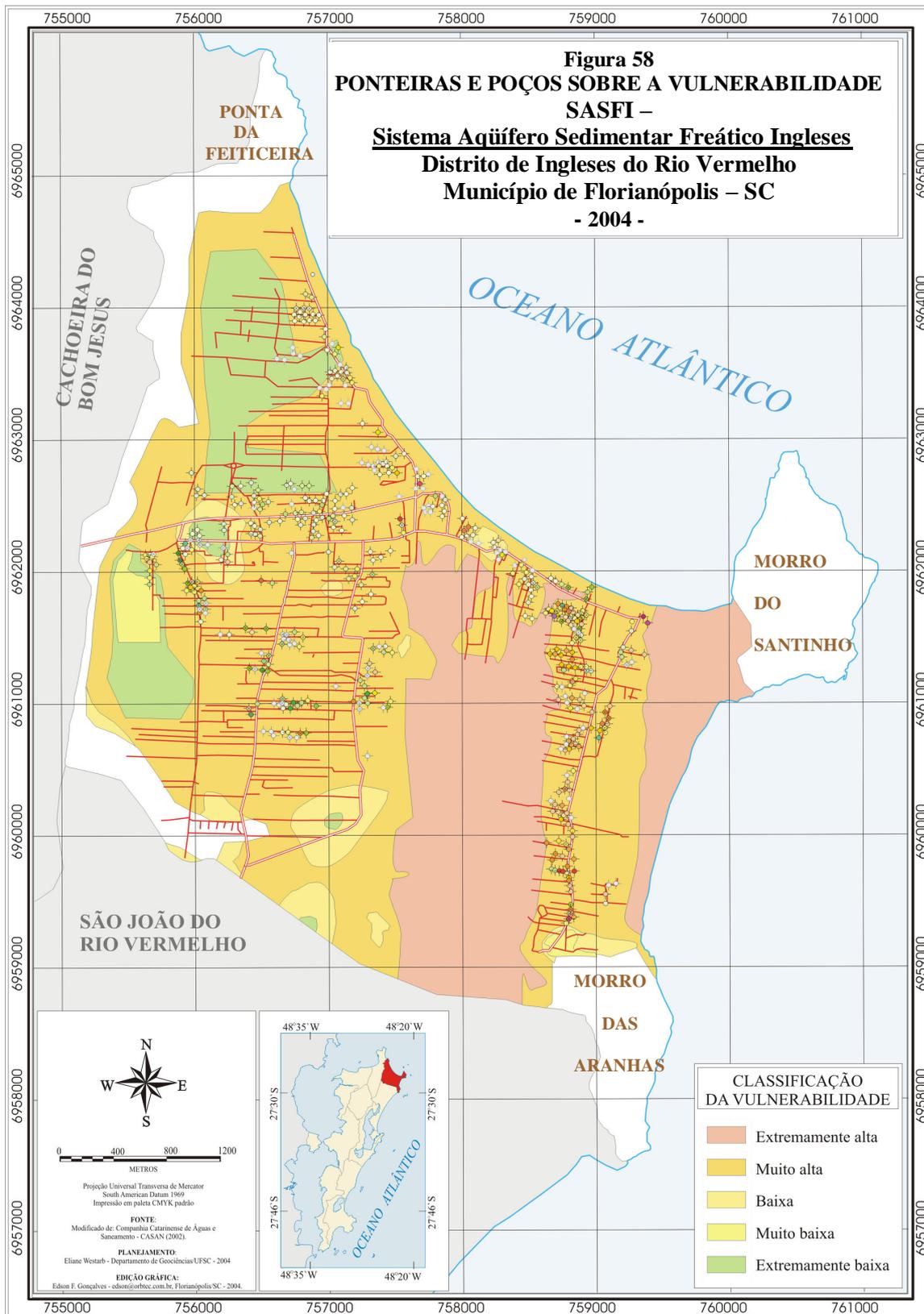
Um exemplo de poço revestido encontrado durante a pesquisa tem sua parte externa visualizada na figura 60.

O poço revestido ocorre mais freqüentemente onde a população residente é mais antiga, ou seja, na sub-área do Santinho encontrando-se a maioria deles abandonados.

Registrou-se que um entre os poços revestidos com tubos encontrados durante a pesquisa está sendo utilizado para descarga de águas servidas proveniente da pia da cozinha da residência. Segundo depoimento da moradora: “a profundidade do poço era de 25m sendo aterrado em 10m com areia e brita para ser utilizado como fossa para as águas da cozinha”.

A ponteira é a obra de captação comumente utilizada pela população já que funciona muito bem em aquíferos rasos. É cravada no terreno através da qual pode-se retirar água com bomba de sucção. Quanto à posição da bomba que realiza a captação através da sucção fica situada em superfície e não enterrada como no poço revestido.





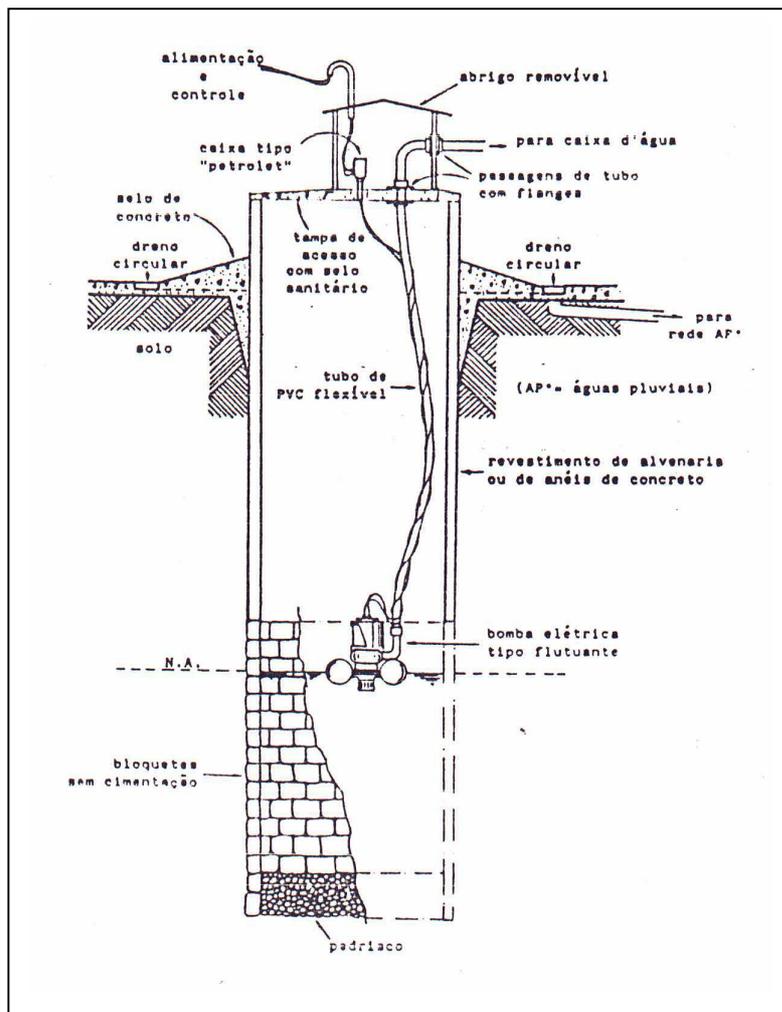


Figura 59 - Modelo de ponteira revestida por tubos de alvenaria ou anéis de concreto.
 Fonte: Duarte, (1985)



Figura 60 - Poço revestido em funcionamento
 Subárea - Santinho
 Foto: Eliane Westarb 16/05/2004

Na área estudada estão localizados os poços profundos de propriedade da CASAN com profundidades entre 47 e 66 m, compostos de tubos de 3” e 4” e as bombas encontram-se em profundidades entre 19 e 54 m e são poços perfurados com máquinas (Quadro 05). Um número bastante reduzido de poços profundos foram encontrados em condomínios da Subárea das Gaivotas e Ingleses-Centro. Observou-se que estes poços são obras de captação de águas, construídas recentemente, ou seja, os condomínios encontravam-se em fase final de construção na época das entrevistas.

Um poço profundo é também chamado pela população da área de estudo de semi-artesiano. É constituído das seguintes partes: o furo propriamente dito, que pode variar de 10 a 30 centímetros de diâmetro; um tubo de revestimento; uma seção final (filtro) do tubo de revestimento perfurada ou ranhurada, por onde a água passa do aquífero para o tubo; uma camada de material arenoso (granular) que preenche o espaço anular entre o poço e seu revestimento ou filtro (Zimbres,2003).

Os poços profundos da CASAN possuem em superfície a tubulação ligada à adutora que leva a água captada de cada poço para a estação de tratamento, localizada no Sítio do Capivari, localidade do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho. Nesta, passa por correção do pH através da adição de cal, cloração como prevenção à contaminação na rede de distribuição, segundo as informações dos técnicos, e fluoretação para prevenção às cáries infantis. Servem ao abastecimento público de água para o Distrito em estudo, outros Distritos e localidades do norte da Ilha de Santa Catarina como já referido.

6.6.2 Tabulação e análise dos dados coletados

O mapa da Figura 57, mostra a distribuição das ponteiras e poços no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho e respectivas profundidades. O tipo de obra para a captação de água subterrânea utilizada na área estudada é predominantemente a ponteira cravada, embora ocorra poço escavado em número bastante reduzido, conforme demonstram os dados do quadro 17.

As ponteiras e /ou os poços são apresentados (Quadros 17 a 28) segundo as subáreas, classificados em classes de profundidades com os respectivos números absolutos e relativos.

Quadro 17 -Tipos de poços e/ou ponteiros Distrito de Ingleses do Rio Vermelho		
Subáreas	Ponteira cravada	Poço revestido
Sítio do Capivari	154	
Santinho	124	12
Ingleses Centro	68	
Gaiivotas	106	
Total	452	12

6.6.2a Subárea Sítio do Capivari

Na sub-área Sítio do Capivari 66,4 % das residências pesquisadas utilizam as águas subterrâneas para abastecimento através da captação por ponteiros com profundidades predominantes entre as classes 10 > 25m, conforme o quadro 18.

Quadro 18 - Ponteira ativa Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Sub-área: Sítio do Capivari		
Classes de profundidades (m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
5,0 > 10	6	5,0
10 > 15	22	18,5
15 > 20	32	26,9
20 > 25	25	21,0
25 > 30	10	8,4
30 > 35	5	4,2
Não informado	19	16,0
Total	119	100,0

No quadro 19, apresenta-se o número de ponteiros cravados abandonados levantados no Sítio do Capivari classificadas conforme as profundidades.

Quadro 19 - Ponteira abandonada Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Sub-área: Sítio do Capivari		
Classes de profundidade	Número Absoluto	Número Relativo(%)
5,0 > 10	3	8,6
10 > 15	6	17,1
15 > 20	6	17,1
20 > 25	1	2,9
25 > 30	1	2,9
30 > 35		0,0
Não informado	18	51,4
Total	35	100,0

A análise acerca do abandono de ponteiros em determinadas classes encontra-se comprometida, já que mais de cinquenta por cento do total levantado não foi informada a profundidade.

Contudo, o número de abandono corresponde a 22,7% do total levantando na subárea. Pode-se considerar um índice elevado de abandono, passível de investigação das causas que levam ao abandono por motivo de qualidade, ou substituição pela rede pública.

6.6.2b Subárea Ingleses Centro

Nesta subárea classificaram-se as ponteiros, conforme as profundidades, em ativas e abandonadas e também segundo o destino do abastecimento.

No quadro 20, os números absolutos e relativos das ponteiros cravadas ativas demonstram que os poços estão bem distribuídos entre 10m e 45m de profundidade. Portanto não há predomínio de uma classe de profundidade na captação das águas subterrâneas nesta subárea.

Quadro 20 - Ponteira ativa Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Sub-área: Ingleses Centro - Residências permanentes e temporárias		
Classes de profundidade (m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
5,0 ▷ 10	1	3,1
10 ▷ 15	4	12,5
15 ▷ 20	3	9,4
20 ▷ 25	4	12,5
25 ▷ 30	3	9,4
30 ▷ 35	6	18,8
35 ▷ 40	3	9,4
40 ▷ 45	5	15,6
45 ▷ 50		0,0
Não Informada	3	9,4
Total	32	100,0

Calculando-se a média entre todas as profundidades levantadas para esta subárea, e excetuando-se a ponteira encontrada de 70 m, profundidade além da maioria das demais, obteve-se um nível médio de obtenção de água em 25,6 m de profundidade.

Por outro lado, verifica-se que 53% destas ponteiras têm entre 25 e 45m de profundidade; e 65,7% entre 20 e 45m. Portanto, em média são mais profundas que no Sítio do Capivari uma vez que ali os 67% ficam com profundidades entre 10m e 25m.

No quadro 21 encontram-se as seis ponteiras cravadas, abandonadas nesta subárea, representando 10% do total encontrado. Observa-se que a maioria dessas ponteiras cravadas abandonadas, estão entre classes de profundidades de 15 a 25 m, indicando a substituição da fonte de captação pelo abastecimento público. Já em relação

Quadro 21 - Ponteira abandonada Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Sub-área: Ingleses Centro - Residências permanentes e temporárias		
Classes de profundidade (m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
5,0 ▷ 10	1	16,7
10 ▷ 15		0,0
15 ▷ 20	2	33,3
20 ▷ 25	2	33,3
25 ▷ 30		0,0
30 ▷ 35		0,0
35 ▷ 40	1	16,7
40 ▷ 45		0,0
45 ▷ 50		0,0
Não Informada		
Total	6	100,0

ao abandono de ponteira com menor profundidade entre 5 e 10m, os depoimentos das pessoas entrevistadas seguem em direção “ao receio da contaminação pelas fossas sépticas”.

As ponteiras utilizadas para abastecimento dos hotéis, restaurantes, lanchonetes situados nesta subárea estão representadas no quadro 22. Percebe-se que 53,3% das ponteiras cravadas utilizadas pelos estabelecimentos comerciais e de serviços têm profundidades entre 20 e 35 m. Entretanto, um percentual significativo (23,3%,) de estabelecimentos não informou as profundidades das ponteiras utilizadas, uma vez que a pessoa que detinha esta informação normalmente não se encontrava no local.

Quadro 22 -Ponteira ativa Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Sub-área: Ingleses Centro Comércio e Serviços		
Classes de profundidade (m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
5,0 ▷ 10		0,0
10 ▷ 15	2	6,7
15 ▷ 20	1	3,3
20 ▷ 25	3	10,0
25 ▷ 30	9	30,0
30 ▷ 35	4	13,3
35 ▷ 40	1	3,3
40 ▷ 45		0,0
45 ▷ 50	1	3,3
70m	2	6,7
Não Informada	7	23,3
Total	30	100,0

6.6.2c Subárea Gaivotas

A subárea das Gaivotas caracteriza-se por concentrar os condomínios residenciais de Ingleses do Rio Vermelho, alguns hotéis e casas de veraneio de alto padrão.

Foram levantadas cento e seis ponteiros, das quais doze(12) servem ao abastecimento de hotéis localizados na área.

Do total de ponteiros pesquisadas, noventa e quatro (94) referem-se àquelas que abastecem, ou já abasteceram as residências. Cabe salientar, que quarenta e nove (49) destas ponteiros estão situadas em condomínios e as outras quarenta e quatro (44) que se referem à residência unifamiliar. As referidas ponteiros foram classificadas em ativas ou abandonadas.

A obtenção das águas subterrâneas nesta subárea se dá exclusivamente através de ponteira. Nesta pesquisa não foi encontrada a captação de água em poço revestido para abastecimento. O único poço revestido encontrado nas Gaivotas, não serve ao abastecimento residencial e sim aos pescadores dos barcos de pesca, ou seja, trata-se de algo inusitado.

Em 55,1% das residências pesquisadas, a profundidade de obtenção de água subterrânea encontra-se entre 20 e 30m, conforme demonstra o quadro 23. Percebe-se

que em 11% das residências pesquisadas a captação de água encontra-se em profundidades entre 15 e 20m.

Quadro 23 - Ponteira ativa Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Sub-área: Gaivotas Residências		
Classes de profundidades (m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
10 ▷ 15	1	1,1
15 ▷ 20	10	11,5
20 ▷ 25	25	28,7
25 ▷ 30	23	26,4
30 ▷ 35	6	6,9
35 ▷ 40	3	3,4
▷60	1	1,1
▷80	4	4,6
Não Informada	14	16,1
Total	87	100,0

Portanto, em 66,6% das residências pesquisadas, a profundidade de obtenção de água subterrânea encontra-se entre 15 e 30m.

Os níveis mais profundos de 60 e 80m correspondem a dois condomínios. Cabe salientar, que nesta subárea não ocorre obtenção de água subterrânea em baixas profundidades, ou seja, menor que 14 m, provavelmente pelas condições geológicas de terrenos paludiais, com mangue e, portanto, presença de matéria orgânica nas camadas superiores.

As ponteiras das quais não se obteve as suas profundidades correspondem a pequenos condomínios. Nestes somente o proprietário saberia informar e o mesmo geralmente não se encontrava no local quando da aplicação do questionário.

Na rua das Gaivotas no sentido norte e após a foz do rio Capivari, ocorre uma situação bastante peculiar e que sugere a necessidade de estudo das condições de ocorrência das águas subterrâneas nesta área.

Até a ponte do Rio Capivari, via de regra, as residências, sejam condomínios sejam casas utilizam as ponteiras para captação de água subterrânea. Após a ponte, ou seja, depois da foz do rio, todos os condomínios são abastecidos pela rede pública de abastecimento, com exceção de um único condomínio que faz uso da captação direta das águas subterrâneas para o abastecimento.

O referido condomínio conseguiu captar água subterrânea para abastecimento depois de inúmeras perfurações em diferentes profundidades. Segundo depoimento do

zelador, “a água boa deu com vinte e dois metros” enquanto que com trinta metros não estava em condições de uso.

Conforme depoimentos dos zeladores, dois outros condomínios captam a água através de ponteiras, mas a utilizam na lavagem de garagens e calçadas, já que não há condições de uso devido ao cheiro de enxofre e por ser salobra.

Esta situação encontrada na Sub-área das Gaivotas pode ser explicada de forma geral utilizando-se dos tipos de depósitos geológicos que ocorrem na área (Figura 12). A área ao sul do Rio Capivari é constituída por depósitos praias pleistocênicos enquanto que ao norte do referido rio predominam os depósitos paludiais, lagunares e holocênicos. O quadro 24 dá o panorama das ponteiras abandonadas na área.

Quadro 24 - Ponteira abandonada Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Sub-área: Gaivotas Residências		
Classes profundidades (m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
10 > 15	1	14,3
15 > 20		0,0
20 > 25	1	14,3
25 > 30	3	42,9
Não Informada	2	28,6
Total	7	100,0

Com relação ao uso das águas subterrâneas através da captação direta para abastecimento dos hotéis localizados na subárea das Gaivotas, todos possuem ponteiras (Quadro 25). Não foi possível levantar todas as profundidades destas ponteiras na pesquisa. Mas observa-se que, metade do número das ponteiras que se levantou possuem profundidades entre 35 e 40m, portanto mais profundos do que a maioria existente nas residências. Porém, há um número igual de residências cujas ponteiras tem esta profundidade.

Quadro 25 - Ponteira ativa Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Sub-área: Gaivotas - Hotéis		
Classes de profundidades(m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
20 > 25	1	8
25 > 30		0
30 > 35		0
35 > 40	6	50
Não Informada	5	42
Total	12	100

6.6.2d Subárea do Santinho

A subárea do Santinho caracteriza-se por ser a localidade de ocupação mais antiga do Distrito de Ingleses, denominada de Aranhas. Esta denominação se deve ao morro das Aranhas, que faz a divisa entre a Praia do Santinho e a Praia de Moçambique.

Durante a pesquisa em campo percebeu-se pelos depoimentos a resistência da população em aceitar a água distribuída pela rede pública. Dentre os motivos declarados por eles para não usar “a água da CASAN” destaca-se o cloro. Segundo os moradores o cloro deixa cheiro e gosto na água. Há depoimentos de que a água da ponteira é somente para tomar e “a da CASAN” para as necessidades de higiene e limpeza.

Foram levantadas cento e trinta e seis (136) obras de captação de água. Destas, 124 são ponteiras cravadas ativas, nove (9) poços revestidos também ativos e três abandonados.

Esta subárea distinguiu-se pelo uso de poço revestido em tubos, conforme já foi destacado. Tem-se, portanto e somente nesta subárea do Distrito dentro das amostras levantadas, os dois tipos de obras de captação de água subterrânea, a ponteira cravada e o poço revestido. Também se observou que não foram encontrados ponteiras ou poços revestidos com profundidades menores que 10 m.

Das ponteiras em uso pela população do Santinho, 83,2% concentram-se entre 15 e 30 m de profundidades, conforme pode ser observado no quadro 26.

Quadro 26 -Ponteira ativa		
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho		
Sub-área: Santinho		
Classes de profundidade (m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
10 > 15	4	3,2
15 > 20	25	20,2
20 > 25	39	31,5
25 > 30	39	31,5
30 > 35	6	4,8
65	1	0,8
70	1	0,8
Não informado	9	7,3
Total	124	100,0

No quadro 27 estão representados os poços revestidos que se encontram em uso pela população, distribuídos segundo as profundidades. Embora o número encontrado

destes poços não seja grande, percebe-se que há poços em praticamente todas as classes mais comuns de profundidades. Pode-se inferir que os poços desta subárea sempre foram mais profundos, já que este tipo corresponde a um padrão antigo de captação de água subterrânea.

Quadro 27 - Poço revestido ativo		
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho		
Sub-área: Santinho		
Classes de profundidade (m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
10 > 15	2	22,2
15 > 20	1	11,1
20 > 25	1	11,1
25 > 30	3	33,3
30 > 35	1	11,1
Não informado	1	11,1
Total	9	100,0

Quanto aos poços revestidos que se encontram abandonados, representados no quadro 28, foram pesquisados três com profundidades entre 10 e 20m. Percentualmente o total dos poços revestidos que foram levantados nesta subárea, correspondem a 10% das ponteiros cravadas ativas pesquisadas.

O que se vê em todo o Distrito (dentro do levantamento) que ponteiros ou poços com profundidades menores que 10m são raríssimos. Ocorreram ao todo onze(11) em 464 levantados.

Quadro 28 - Uso de poço revestido abandonado		
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho		
Sub-área: Santinho		
Classes de profundidade (m)	Número Absoluto	Número Relativo(%)
10 > 15	1	33,3
15 > 20	2	66,7
Não informado		0,0
Total	3	100,0

No quadro 29 são apresentadas as amplitudes das profundidades alcançadas nas obras de captação de água subterrânea em cada sub-área.

O Sítio do Capivari salienta-se com as menores profundidades o que pode ser explicado pela proximidade das dunas (N-S) ao longo da área; as áreas de rampas

Quadro 29 - Amplitude das Profundidades Distrito de Ingleses do Rio Vermelho	
Sub-áreas	Profundidade(m)
Sítio do Capivari	6 - 37 m
Santinho	7 - 70 m
Ingleses-Centro	7 - 70 m
Gaivotas	13 - 80 m

eólicas que permitem a migração lateral das águas tanto no contato com as elevações do cristalino como no setor das rampas. Lembra-se que é no Sítio do Capivari que a CASAN tem os seus poços. Este setor é ladeado por quase todo o rio dos Ingleses e parte importante do Rio Capivari.

Entre o Santinho, Ingleses-Centro e Gaivotas não há grande diferença entre as amplitudes, com tendência de maior profundidade nas Gaivotas.

Sítio e Santinho são similares nas características dos depósitos pleistocênicos e suas altitudes (Figura 61); Ingleses-Centro e Gaivotas tem certa similitude nas altitudes e os depósitos são holocênicos.

6.6.3 Ponteiras e/ou poços sobre as cotas do embasamento do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses

Verifica-se na figura 62 que as subáreas do Santinho e de Ingleses-Centro estão justamente sobre as áreas centrais dos depocentros da bacia, isto é onde a espessura dos depósitos é maior e onde a água subterrânea tem maior concentração e volume.

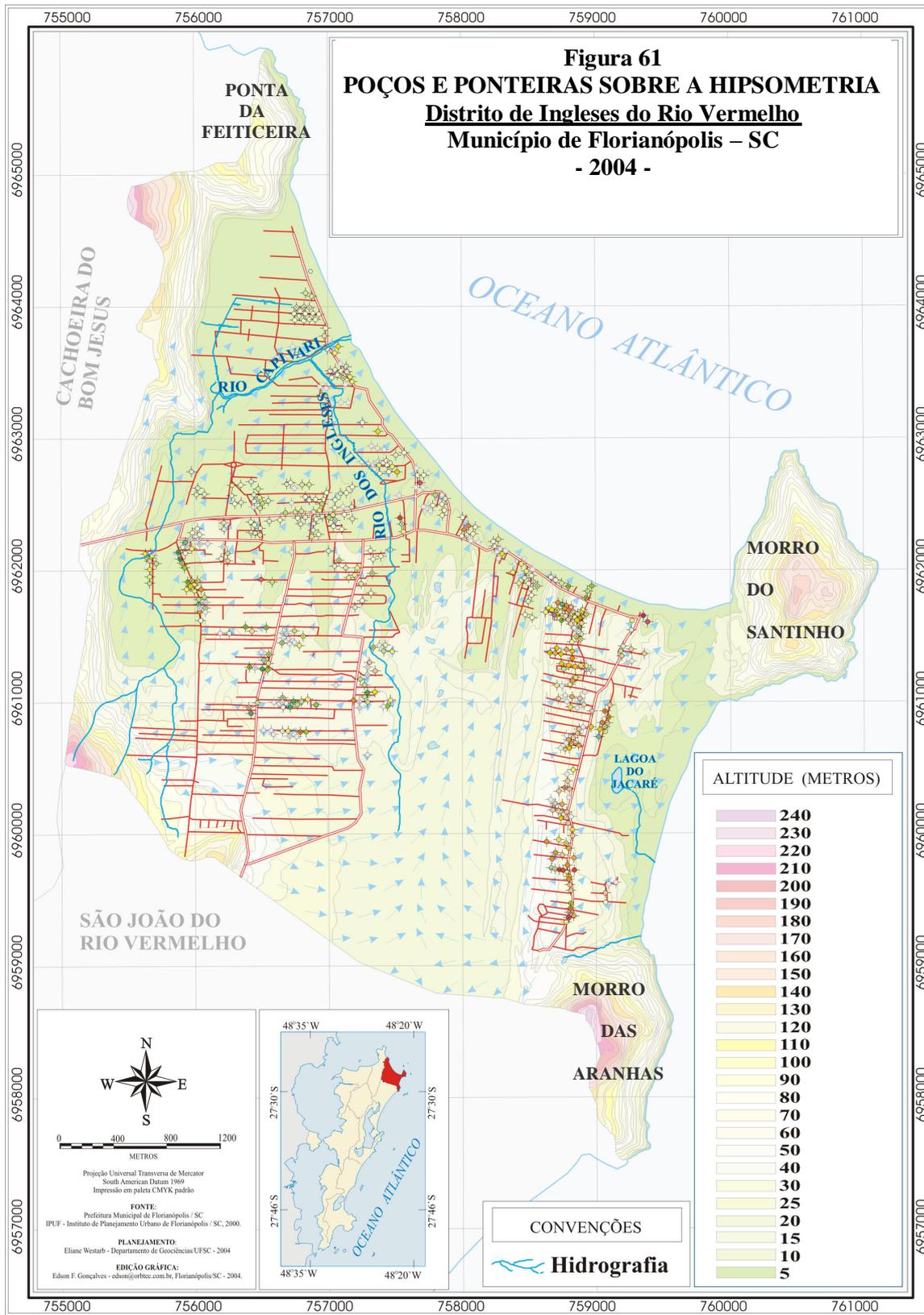
O terceiro depocentro, mais a oeste no limite da subárea de Ingleses-Centro para a do Sítio do Capivari e Gaivotas, se estende ao longo da SC 403, onde outra concentração de ponteiras está situada.

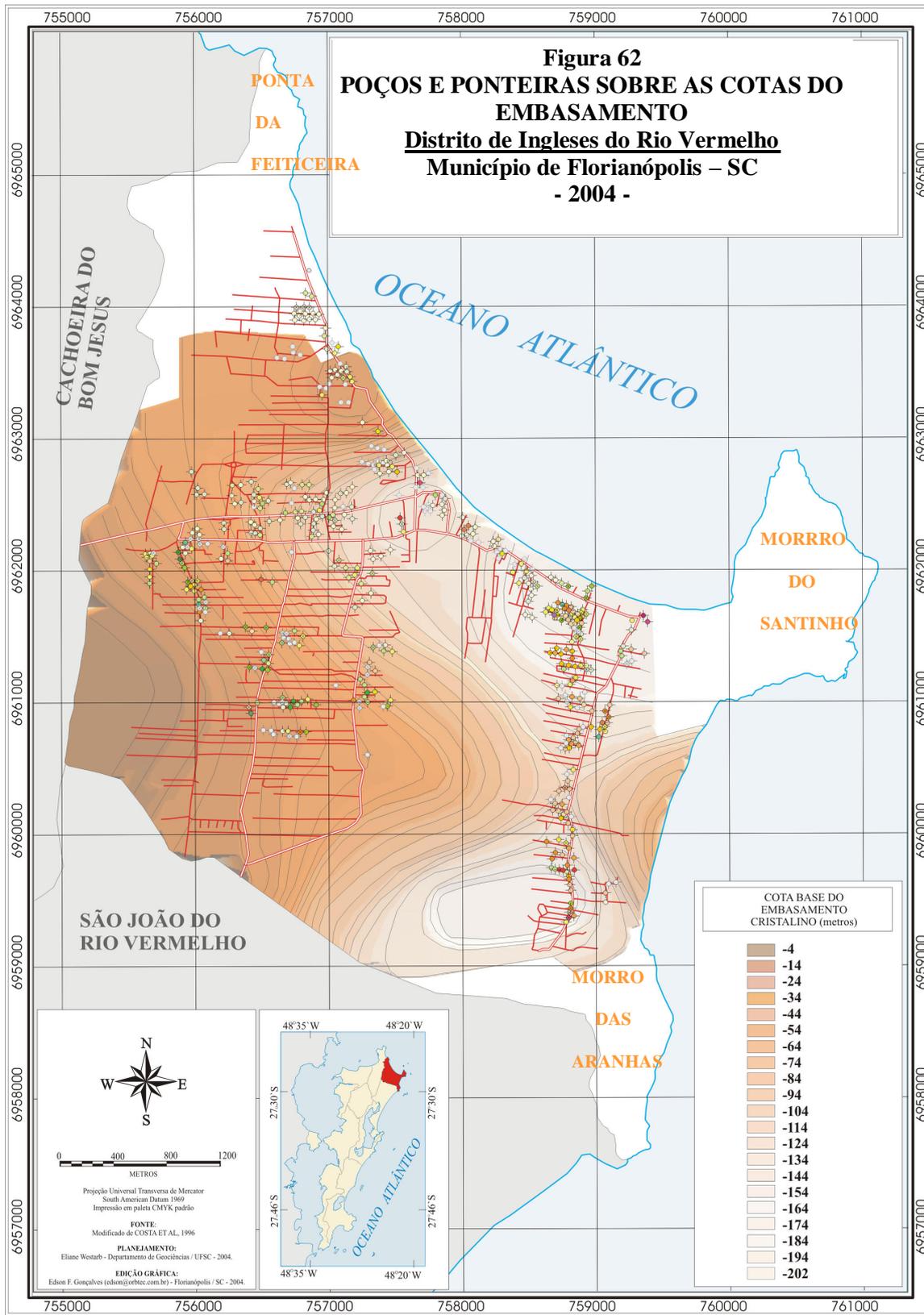
Outras ponteiras encontram-se espalhadas no Sítio do Capivari em espessuras menores do aquífero (Figuras 62 e 17) e ainda na subárea de Gaivotas. A localização destes poços exige manutenção dos mesmos para evitar que sejam caminhos veiculadores de contaminação.

6.6.4 Os níveis de obtenção de água nas subáreas de Sítio do Capivari, Gaivotas, Ingleses Centro e Santinho

Os níveis de obtenção de água apresentam profundidades que se distinguem entre as subáreas do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho.

Os dados referentes às profundidades encontradas para as captações das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses – SASFI - revelam distintos níveis de obtenção de água em cada subárea (Quadro 30).





Os níveis mínimos de profundidade em que a água é captada nas subáreas do Sítio, Santinho e Ingleses-Centro são praticamente os mesmos, 6m, 7m e 7m respectivamente; enquanto que nas Gaivotas é de 13 m a menor profundidade, ou seja é mais profundo em seis metros. Por outro lado as altimetrias do Santinho e metade do Sítio são maiores do que a de Ingleses-Centro e Gaivotas. Sendo as de Ingleses-Centro, em parte, um pouco mais altas do que na área das Gaivotas (Figura 61).

Os níveis máximos de profundidade entre 60 e 80m são bastante raros e ocorrem em duas das quatro áreas.

Servindo-se das profundidades de ponteiros e/ou poços ativos levantadas através da presente pesquisa, calculou-se a profundidade média empregada para a captação de água subterrânea no Distrito de Ingleses em cada subárea.

Quadro 30 - Profundidades em metros de ponteiros e/ou poços segundo a subárea Distrito de Ingleses do Rio Vermelho			
Sítio	Santinho	Ingleses Centro	Gaivotas
6	7	7	13
7	12	9	16
10	14	10	17
11	15	12	18
12	16	14	19
14	17	15	20
15	18	16	21
16	19	18	22
18	20	20	23
19	21	22	25
20	22	23	26
21	23	24	27
22	24	25	28
23	25	26	29
24	26	28	30
25	27	30	31
26	28	31	32
28	29	32	35
30	30	33	36
31	32	34	37
32	36	35	38
35	38	36	40
37	65	37	60
P. Média 21,0	70	38	80
	P. Média 22,7	42	P. Média 26,5
		48	
		P. Média 25,6	

Neste cálculo excluem-se aquelas profundidades que fogem completamente do universo encontrado, para que não haja influência, já que são poucas e estão muito mais profundas que as demais. Desta forma, nas subáreas do Santinho foram excluídas duas profundidades de 65 e 70m; em Ingleses Centro uma de 70m e nas Gaivotas duas de 60 e 80m. Assim, obtiveram-se os resultados apresentados no quadro 30.

Nas Gaivotas a profundidade média é a maior com 26,5m; seguida de Ingleses Centro com 25,6m; depois vem o Santinho com 22,7m e apresentando a menor média de profundidade está o Sítio do Capivari com 21,0m(Figura 63).

Por outro lado incluindo as profundidades atípicas para as subáreas têm-se os seguintes resultados; nas Gaivotas a profundidade média é de 30,1m, Ingleses-Centro 27,2m e no Santinho 26,9m e o Sítio do Capivari permanece com a mesma média, já que não há nenhuma ponteira ou poço com profundidade anômala.

No que concerne aos níveis de obtenção de água subterrânea para abastecimento na subárea das Gaivotas são nitidamente mais profundos que os níveis das três outras subáreas, enquanto que na subárea do Sítio do Capivari são menos profundos que as demais subáreas.

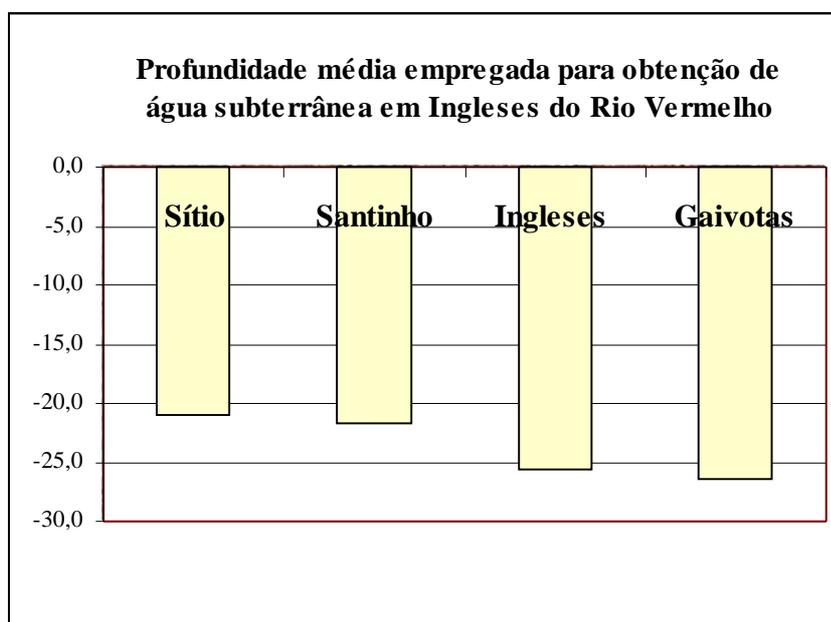


Figura 63 - Gráfico representativo de profundidade média empregada para obtenção de água subterrânea em cada subárea do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, município de Florianópolis/SC

Ordenando os níveis de profundidade do mais profundo para o menos profundo ficaria da seguinte forma: Gaivotas, Ingleses Centro, Santinho e Sítio do Capivari, dentro da amostragem levantada. Esta característica pode se observar na Figura 64.

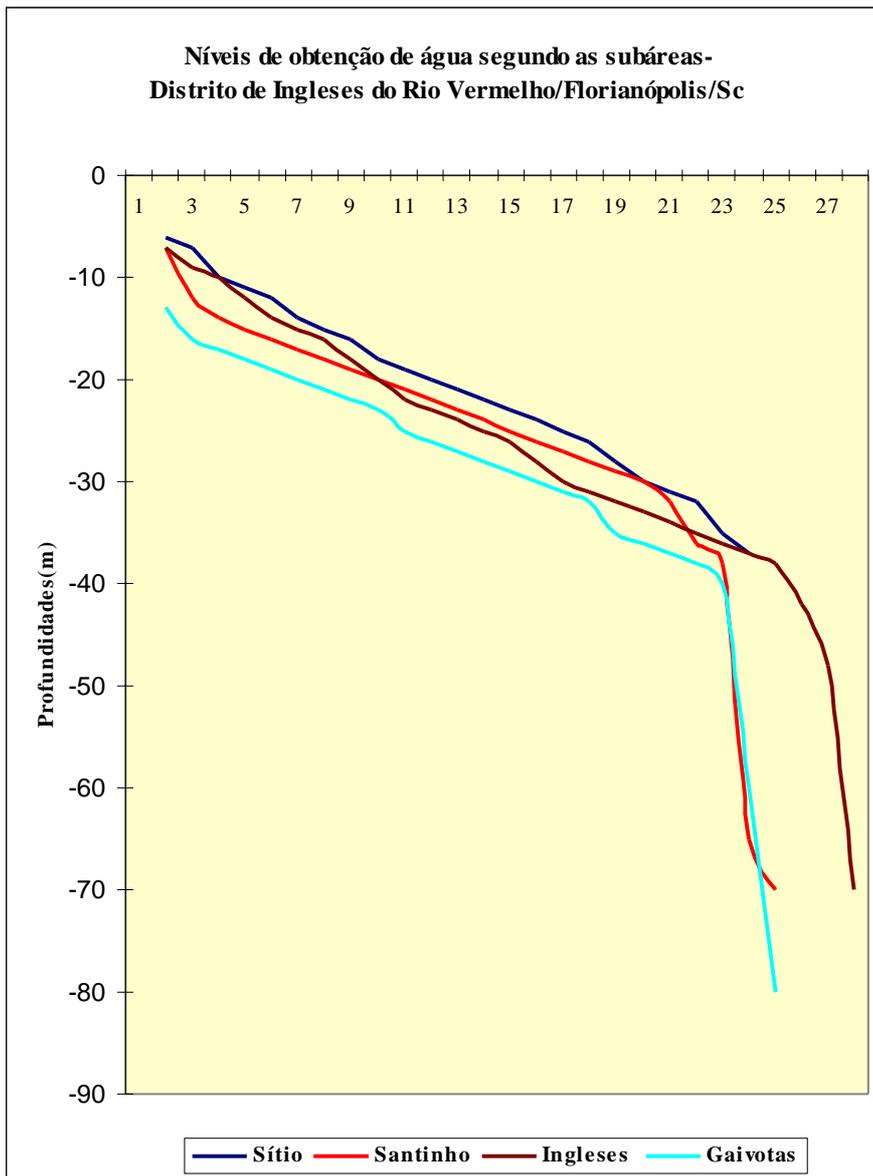
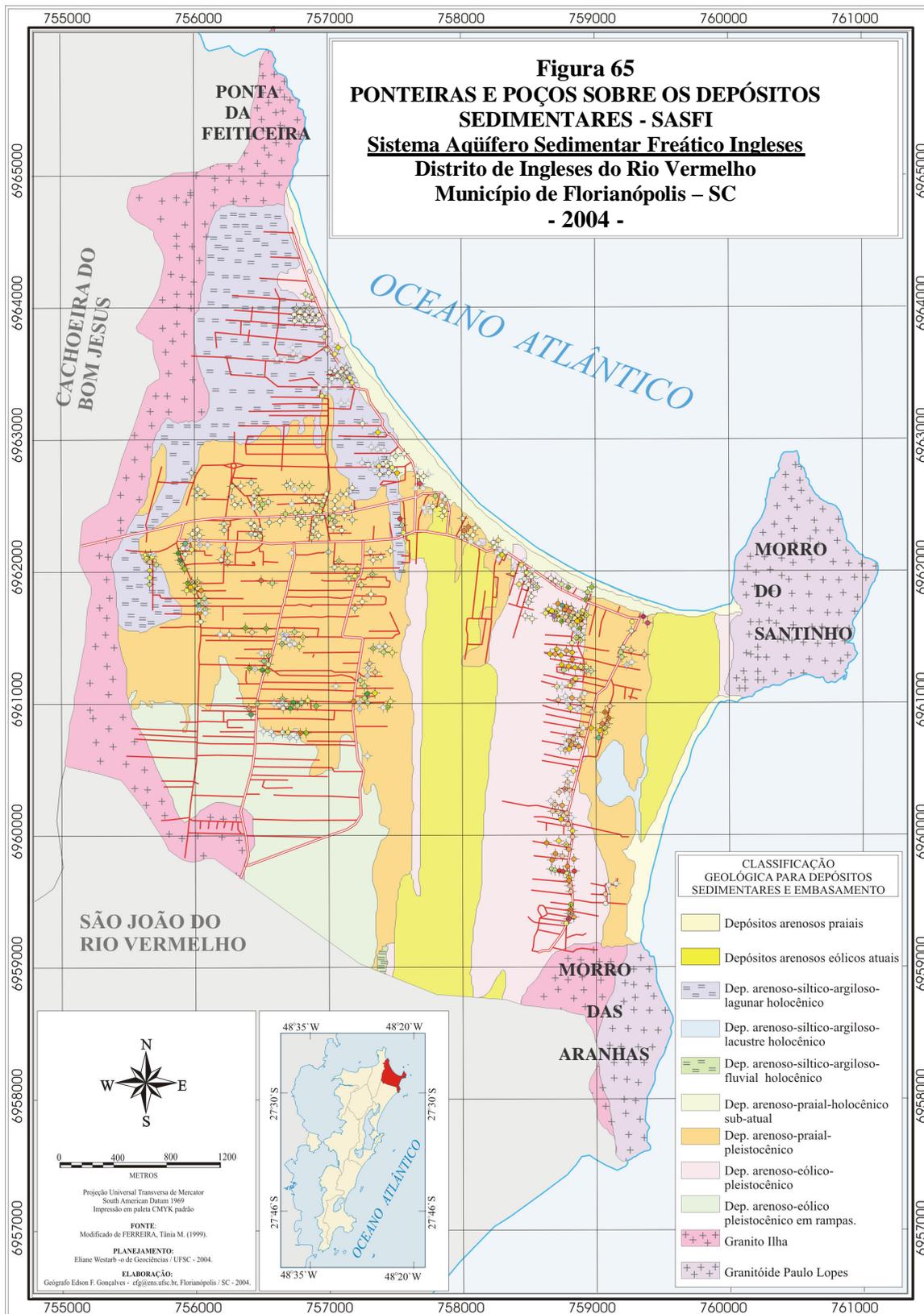


Figura 64- Gráfico representativo de níveis de obtenção de água subterrânea em cada subárea do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, município de Florianópolis/SC.

6.6.5 Distribuição das ponteiros e poços sobre os depósitos sedimentares das subáreas

Em Ingleses do Rio Vermelho as ponteiros e os poços construídos captam água subterrânea dos sedimentos que pelo menos nas camadas superiores são do Quaternário cujas camadas permeáveis constituem os depósitos sedimentares aflorantes da área, (Figura 65).

As ponteiros e os poços estão distribuídos nas áreas de cinco depósitos mapeados (figura 12) por Ferreira(1999) como pode ser observado no quadro 31. Destes, 56% captam água na área dos depósitos arenosos praias pleistocênicos mapeados; 27% dos depósitos arenosos eólicos pleistocênicos; 13% do depósito siltico-



argiloso-lagunar-holocênico; 3% do depósito arenoso praial holocênico sub-atual, e, menos de 1%, do depósito arenoso eólico pleistocênico em rampas. O depósito arenoso praial atual não apresentou nesta pesquisa obras de captação de água subterrânea.

Conclui-se que 82% das ponteiros e poços, captam água na área dos depósitos arenosos praias pleistocênicos e eólicos pleistocênicos que constituem grande área da Planície Costeira de Ingleses do Rio Vermelho.

As ponteiros e poços levantados que captam água na área mapeada dos depósitos arenosos praias pleistocênicos representam 95,4% no Sítio do Capivari; 67% em Ingleses Centro e 20% no Santinho.

Quadro 31 - Distribuição das ponteiros e poços sobre os depósitos sedimentares das subáreas - Distrito de Ingleses do Rio Vermelho/Florianópolis/SC					
Depósitos Sedimentares	Sítio do Capivari	Ingleses Centro	Santinho	Gaivotas	Total
Arenoso praial atual					
Arenoso eólico atual		3			
Arenoso siltico-argiloso-lagunar-holocênico	3			59	62
Arenoso siltico-argiloso-fluvial-holocênico					
Arenoso praial holocênico sub-atual		4	2	7	13
Arenoso praial pleistocênico	147	46	30	37	260
Arenoso eólico pleistocênico		18	104	3	125
Arenoso eólico pleistocênico em rampas	4				4

No Santinho, 76,5% dos poços e ponteiros captam água na área dos depósitos arenosos eólicos pleistocênicos.

Na subárea das Gaivotas a área mapeada do depósito arenoso siltico-argiloso-lagunar-holocênico fornece água para 12,7% das ponteiros e 8% captam água da área do depósito arenoso praial pleistocênico.

Com relação à inexistência neste levantamento de obras de captação de água subterrânea na área a qual está situada em boa parte sobre o depósito arenoso eólico atual, cabe explicar que Westarb e Ferreira(2003) levantaram cinco casas que captavam água de poço. Contudo, não foi possível obter a confirmação destes poços. Desta forma é preciso fazer uma nova investigação sobre a existência ou não de poços nesta área e se estão localizados sobre o eólico atual ou no praial pleistocênico.

6.7 A importância das águas subterrâneas para o abastecimento em Ingleses do Rio Vermelho

Até a instalação da rede de energia elétrica por volta de 1966, a população abastecia-se de água através de sistemas individuais de poços escavados e muitas vezes revestidos de pedra, utilizando para a retirada de água, bombas manuais ou baldes.

A implantação do Sistema Costa Norte ocorre no Distrito de Ingleses na década de oitenta com a perfuração de dois poços para a captação de água subterrânea para servir ao abastecimento de Canasvieiras, Ponta das Canas, Jurerê.

Somente no início da década de 90 é que o Distrito passa a ser servido pela rede de abastecimento público do Sistema Costa Norte. Ou seja, é recente na história da população de Ingleses o abastecimento de água através da rede pública.

Westarb (1999), relata estudo realizado sobre as fontes de água para abastecimento no Distrito de Ingleses em que foram pesquisadas duzentas e sessenta e nove (269) residências pelos alunos da EBM Gentil Mathias da Silva. A autora demonstrou que pouco mais de 65% das residências levantadas utilizavam como fonte única a água subterrânea distribuída pela CASAN e 77% faziam uso das duas fontes, CASAN e ponteira.

Não obstante os dados acima relatados, verificou-se na presente pesquisa que o abastecimento através da captação de água por ponteiras particulares continua sendo uma fonte importante para suprir as necessidades de água para população e para todas as atividades de Ingleses do Rio Vermelho.

Nesta dissertação levantaram-se quatrocentos e sessenta e quatro (464) unidades entre residências, condomínios e outros que utilizam a água subterrânea através da captação direta do aquífero. Somente as residências unifamiliares abrangem uma população residente de 1.800 pessoas entre os entrevistados.

Quanto aos condomínios que utilizam ponteiras que foram levantados nesta pesquisa somam um total de 970 apartamentos. Significando, portanto, uma população média de 4.800 pessoas, se considerarmos cinco pessoas por apartamento. Contudo, na grande maioria destes a ocupação durante o ano é somente dos zeladores.

Todos os hotéis e as pousadas com algumas exceções (3), situados em Ingleses, que foram levantados nesta pesquisa, utilizam água subterrânea captada através de ponteiras particulares, totalizando 1106 apartamentos.

E para complementar os dados que demonstram a importância e magnitude do uso dos recursos hídricos subterrâneos neste Distrito, em dezembro de 2002, os dados

da CASAN mostram em relatório que havia um total de 7.806 economias. Contudo, o número de ligações elétricas para o mesmo ano é de 9.519. A diferença entre os dados CASAN/CELESC/ 2002 é de 1.713 unidades.

Inferese, que no Distrito exista um número de unidades residenciais, comerciais e de serviços próximo da diferença entre número de economias e ligações luz, em que a captação de água é particular.

Dentre os consumidores de água subterrânea através da captação por ponteiros destacam-se: os condomínios, os hotéis, os restaurantes, as residências e as pousadas. Contudo, todas as atividades e residências são consumidoras de água subterrânea, haja vista que se não o são através da captação particular, o são através da rede pública.

Portanto, o abastecimento de água potável no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, município de Florianópolis é feito fundamentalmente através de recursos hídricos subterrâneos explorados pelos poços profundos da concessionária de água e esgoto do Estado de Santa Catarina (CASAN) e por ponteiros de particulares.

6.7.1 Tipos de uso

No que concerne ao uso das águas subterrâneas no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho e de acordo com a atividade do usuário estabelecemos os seguintes tipos de uso:

- Domiciliar ou doméstico

Bebida

Culinária

Higiene (banheiros)

Limpeza de garagens e calçadas

Rega de jardim

Lavação de roupa

Lavação de veículos

- Uso Público

Escolas

Posto de saúde

Clínicas médicas

Associações recreativas

- Uso comercial e de serviços

Bares

Centros comerciais

Escritórios

Estabelecimentos bancários

Hotéis

Lanchonetes

Lavanderias

Lojas

Mini-mercados

Oficinas mecânicas

Padarias

Pousadas

Postos de combustíveis

Postos de lavação de carros

Produção de gelo

Restaurantes e lanchonetes

Supermercados

Salão de beleza

Parque de águas – (piscinas, escorregadores, tobo-águas e outros...)

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses – SASFI é um aquífero costeiro situado no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho e sua extensão abrange toda a área da Planície Costeira Ingleses compreendendo para o sul o Distrito de São João do Rio Vermelho.

É constituído por depósitos sedimentares apresentando no Distrito de Ingleses, duas sub-bacias hidrogeológicas mais profundas que se unem em nível menos profundo de onde são captadas as águas subterrâneas. O tipo de obra para a captação de água subterrânea utilizada pela população na área em estudo é predominantemente a ponteira, embora ocorram em número bastante reduzido, os poços escavados, aqui chamados de poços revestidos. Estes se encontram em processo de desaparecimento, uma vez que na pesquisa levantou-se um número bem reduzido concentrado basicamente no Santinho, que foram ou estão sendo desativados.

A importância dos depósitos arenosos no fornecimento de água foi demonstrada pelos dados referentes à captação de água subterrânea nos mesmos.

De acordo com os dados levantados, as ponteiros e poços que captam água na área dos depósitos arenosos praias pleistocênicos representam 95,4% no Sítio do Capivari; 67% em Ingleses Centro e 20% no Santinho. No Santinho, 76,5% dos poços e ponteiros captam água na área do depósito arenoso eólico pleistocênico. Na subárea das Gaivotas, na área do depósito arenoso siltico-argiloso-lagunar-holocênico são captadas águas para 12,7% das ponteiros e 8% captam água na área do depósito arenoso praias pleistocênico. Destacam-se portanto, as áreas dos depósitos arenosos praias pleistocênicos e eólicos pleistocênicos como fornecedoras das águas subterrâneas para 82% das ponteiros e poços levantados na área.

No que concerne aos níveis de obtenção de água subterrânea para abastecimento na subárea das Gaivotas, estes são nitidamente mais profundos que os das três outras subáreas. Já na subárea do Sítio do Capivari, estes níveis são menos profundos que nas demais subáreas. Ordenando segundo os níveis de profundidade, dos mais profundos para os menos profundos, as áreas ficariam na seguinte ordem: Gaivotas, Ingleses Centro, Santinho e Sítio do Capivari.

É inquestionável a importância das águas subterrâneas para o suprimento de água potável à comunidade local, ao restante dos balneários e localidades do norte da

Ilha de Santa Catarina, diante da inexistência de fontes superficiais em condições de utilização.

Quanto ao uso das águas subterrâneas no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, todas as atividades e residências são consumidoras de água subterrânea, haja vista que se não o são através da captação particular, o são através da rede pública.

Dentre os consumidores de águas subterrâneas através da captação por ponteiros destacam-se: os condomínios, os hotéis, os restaurantes, as pousadas e as residências.

Verificou-se que o consumo de água da população residente e temporária no Distrito de Ingleses corresponde a 15,03% das entradas anuais de água no sistema pertinentes ao volume da recarga subterrânea de 10.214.530 m³/ano, cálculo apresentado nesta dissertação. Entretanto, não se contabilizou as extrações de água subterrânea para o abastecimento e manutenção de hotéis, restaurantes, pousadas e outros estabelecimentos comerciais e de serviços.

Além do mais, contabilizando-se o volume de 5.595.817m³ explotado pela CASAN em 2003 para o abastecimento público de Ingleses, Canasvieiras, Vargem Pequena, Vargem Grande, Daniela, Jurerê, Ponta das Canas e Cachoeira do Bom Jesus, constata-se que este representa 54,78% do volume da recarga subterrânea natural do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses citado acima.

Por outro lado, o consumo de água pela população corresponde a uma “recarga induzida” de 1.228.397 m³/ano. Esta, mais a recarga natural - 10.214.530 m³/ano – resulta num volume de 11.442.927,33 m³/ano correspondendo a “reserva reguladora” que o SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses recebe anualmente. A partir deste dado, a exploração de água subterrânea realizada pela CASAN corresponde a 48,9% da “reserva reguladora” do sistema, sem contar aquelas captações particulares obtidas pelos condomínios, hotéis, restaurantes, pousadas e população em geral.

Desta forma, o número acima aponta para a necessidade de ser avaliada a exploração total das águas subterrâneas do SASFI com vistas a estabelecer limites de exploração do recurso hídrico subterrâneo, pois Hirata (2001) afirma: “para não comprometer um recurso hídrico subterrâneo, a extração das águas subterrâneas deve corresponder a valores entre 25% a 75% da reserva reguladora”.

O estabelecimento de limites de exploração sem comprometer o recurso passa pela discussão e aplicação dos princípios da Lei 9433/97, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Esta prevê que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e com a participação do poder público, dos usuários e da comunidade,

proporcionando os usos múltiplos das águas, assegurando o uso prioritário das águas para o consumo humano e dessedentação de animais e estabelecendo critérios para concessão de novas obras de captação de água subterrânea.

Contudo, deve-se ponderar que a intensificação da retirada das águas subterrâneas do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses é consequência do aumento da demanda por água ativado pelas atividades turísticas. Além da CASAN, que realiza a captação de água e a distribui através da rede pública de abastecimento, todos os demais setores da indústria do turismo são grandes consumidores de água e utilizam a captação particular das águas subterrâneas deste sistema aquífero.

Assim, depreende-se que além de empreender estudos mais profundos para avaliar toda exploração de água do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses, é urgente desenvolver a gestão compartilhada do sistema aquífero, incluindo população, empresários e poder público de maneira a desenvolver formas de uso e controle de retirada das águas subterrâneas, assegurando que a recarga subterrânea não se torne deficitária.

No mapeamento realizado para o período de 1994 a 2002, foram observadas claramente várias questões relacionadas ao processo de urbanização à que a área foi submetida neste período. Destacam-se o adensamento de edificações no Distrito como um todo e o avanço destas sobre as áreas de preservação permanente, e sobre as áreas de captação de água pela CASAN.

Do ponto de vista da proteção dos recursos hídricos subterrâneos salienta-se que toda área do Distrito configura-se como área de recarga subterrânea do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses. Portanto, do adensamento de edificações decorre a impermeabilização do solo implicando em modificação dos mecanismos de recarga subterrânea para o sistema aquífero subjacente e a instalação de atividades humanas que geram cargas contaminantes às águas subterrâneas.

Quanto às áreas de preservação permanente (campos de dunas ativas, fixas e semi-fixas) e aquelas de captação de água pela CASAN, todas deveriam estar sob absoluta restrição à ocupação humana seja pela força de lei federal, municipal em vigência que as destina como área “non aedificandi”, seja pela manutenção quantitativa e qualitativa do SASFI.

Portanto, os avanços da ocupação urbana sobre as mesmas têm como consequência imediata a deterioração de área de recarga subterrânea, importante para a manutenção qualitativa e quantitativa do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses

já que devido à alta permeabilidade por porosidade das areias das dunas, as águas das chuvas e aquelas descartadas através dos esgotos domésticos ou de outras atividades atingem diretamente o aquífero.

Dentre as atividades humanas presentes no Distrito que podem levar à contaminação das águas subterrâneas destacam-se: lavanderias, restaurantes, salões de beleza, postos de combustível e disposição de resíduos sólidos de pequenas indústrias, oficinas mecânicas e madeireiras além da carga contaminante advinda dos esgotos domésticos.

Quanto à contaminação proveniente de esgotos domésticos foi analisado a utilização do saneamento “*in situ*” por fossas sépticas e comuns ou negras.

A população emprega essencialmente fossa séptica. A diversidade dos tipos empregados ocorre no nível da disposição dos efluentes no solo. Das residências levantadas na pesquisa obteve-se o seguinte resultado: 35% das residências levantadas empregam fossas sépticas com sumidouro, 20% fossas comuns, ou seja, estas fossas, devido a flutuação do freático, ora são secas ora são úmidas tornando-se fossas negras.

A maior parte dos condomínios (20) levantados utilizam as fossas sépticas com valas de infiltração para os efluentes existindo também fossa séptica com filtro (1). Os hotéis fazem uso de ETEs - Estações de Tratamento de Esgotos, coletam e tratam nas próprias instalações descartando posteriormente os efluentes na rede pluvial.

O uso de fossas sépticas é desaconselhável na área em estudo devido aos muitos fatores que sugerem o fracasso dos sistemas sépticos, tais como: o freático é alto aflorando em muitos pontos; o número de fossas de todos os tipos é elevado e as características construtivas e de operação destas são na maior parte precárias, além da área ser predominantemente arenosa, com grande transmissividade.

O fato é que todos os sinais acima referidos e os fatores relacionados significam via de regra, que o esgoto não tratado devidamente está sendo lançado no terreno e conseqüentemente atingindo o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI -

O sistema de saneamento “*in situ*”, amplamente difundido na área em estudo, está conduzindo às águas subterrâneas cargas potenciais de contaminantes oriundos de esgotos domésticos.

Destacam-se os compostos de nitrogênio presentes nas excretas humanas. Sabe-se que estes não representam um perigo imediato para as águas subterrâneas, mas podem causar problemas muito mais amplos e persistentes, como câncer gástrico e a metahemoglobinemia ou cianose infantil.

Verificou-se que a carga potencial de contaminação de nitrato estimada para 2002 atinge 147.360 Kg de NO₃, refletindo o nível de contaminação que o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses – SASFI, está recebendo por ano. Desta forma, é necessário estabelecer uma rede de monitoramento em poços distribuídos em distintos pontos no Distrito para avaliar e acompanhar o incremento nas concentrações de nitrato, além de outros componentes químicos e biológicos, como os coliformes que podem estar presentes nas águas subterrâneas de ponteiros devido aos usos apontados anteriormente.

É possível avaliar que a manutenção do SASFI - Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses encontra-se seriamente ameaçada por uma ocupação que se processa sem normas. É necessário buscar a co-responsabilidade dos gestores do uso do solo urbano, dos recursos hídricos desta área e da comunidade que a ocupa.

Necessário também é avançar ou acelerar os conhecimentos acerca da complexidade de fatores em que as atividades antrópicas interferem na manutenção quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI -

As condições de atenuação ou não da carga contaminante, sobretudo pela densidade dos sistemas de saneamento “*in situ*” nos depósitos sedimentares da área precisam ser avaliadas através de análises das águas, monitoramento das plumas de contaminação. Também é necessário monitorar e fiscalizar os sistemas sépticos utilizados na área para avaliar efetivamente as condições do tratamento de esgoto de cada tipo utilizado.

O conhecimento hidrogeológico adequado precisa ser um processo contínuo, em que a tecnologia e a educação aprimorem a participação das partes interessadas e o uso mais eficiente desse manancial subterrâneo de modo a garantir a manutenção quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas do sistema. Da mesma forma são necessários estudos e políticas públicas implementadas com vistas ao estabelecimento de proteção de áreas de recarga.

Programas habitacionais e de capacitação profissional são urgentes para a população que ocupa área de dunas levando-se em conta as condições de exclusão a que estas famílias que ali se encontram estão submetidas além da fragilidade dos ambientes costeiros e do sistema aquífero ali subjacente.

Acima de tudo é preciso envolver a comunidade na busca de soluções para os problemas levantados. É necessária a co-responsabilidade entre os gestores do uso do solo urbano, dos recursos hídricos desta área e da comunidade que a ocupa.

É função da sociedade participar e contribuir para o desenvolvimento de normas de uso das águas e do solo urbano posto que, destas dependem a manutenção da quantidade e da qualidade dessas águas subterrâneas que se acumulam nos depósitos sedimentares da Planície Costeira dos Ingleses.

Portanto, para não passar à posteridade um aquífero irremediavelmente contaminado, é preciso um grande esforço educativo envolvendo todos os segmentos da sociedade, uma vez que:

- impedir a contaminação dessas águas tem importância crucial para a população do norte da Ilha de Santa Catarina, evitando uma futura crise de abastecimento;
- usar o Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI - de maneira adequada ajuda o desenvolvimento e a qualidade de vida da sociedade;
- considerar o aquífero como um bem comum implica a obrigação de administrá-lo de forma participativa e responsável incluindo a vontade política e políticas públicas coerentes para que não se gaste com doenças ou em busca de água em outros municípios.

Para finalizar, entende-se que a educação e a proteção ambiental devem balizar o modelo de gestão da água e do solo urbano no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho.

8. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto construção e operação. NBR-13969. Rio de Janeiro, 1997. 60p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto, construção e operação de tanques sépticos. NBR-7229. Rio de Janeiro, 1993. 15p.

BEATO, D.A.C. et al. Impactos urbanos em águas subterrâneas: Bacia da Lagoa da Pampulha, Belo Horizonte-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, Florianópolis. *Aqüíferos Transfronteiriços*. [S.l.]: ABAS, 2002. 1 CD-ROM. 23p.

BERTONI, J. C. & TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, Carlos E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 2ª Ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997. Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4.

BIGARELLA, J.J. Contribuição ao estudo da planície sedimentar da parte norte da ilha de Santa Catarina. IBPT, 4(16):107-140. 1949.

BONILHA, L.E.C., BORGES, S.F. Contaminação antrópica de um aquífero costeiro e sua implicação para o planejamento urbano: estudo de caso do aquífero do Mariscal-Canto Grande (Bombinhas-SC). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, Florianópolis. *Aqüíferos Transfronteiriços*. [S.l.]: ABAS, 2002. 1 CD-ROM. 20p.

_____. Avaliação da qualidade da água subterrânea e projeção da contaminação orgânica do aquífero do Mariscal-Canto Grande, Frente à ocupação Urbana (Bombinhas-SC). Itajaí: CTTMar-Univali, 1999. 154p.

BORGES, Sérgio Freitas. Características Hidroquímicas do Aquífero Freático do Balneário Campeche, Ilha de Santa Catarina - SC. Departamento de Geociências, UFSC. Florianópolis. Dissertação de Mestrado. 1996. 87p.

BRAGA, B., et al. Introdução à Engenharia Ambiental. 2 ed. São Paulo: Prentice Hall. 2003. 305 p.

BRANCO, S.M. Poluição e Contaminação. Revista DAE - Depto. de Água e Esgoto. Ano XXVI. N°57. Jun. São Paulo. 1965

BRASIL-DNPM/CPRM - Departamento Nacional da Produção Mineral/Cia de pesquisas de Recursos Minerais, Mapa Hidrogeológico do Brasil. Esc. 1:5.000.000. 1983

CABRAL, Jaime. O movimento das águas subterrâneas. In: FEITOSA, Fernando A. C., MANOEL Fº., João. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 389 p.

CASAN-Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Banco de Dados Operacionais – Exercício 2003.

CASAN-Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Estudo do Manancial Subterrâneo dos Distritos de Ingleses do Rio Vermelho e São João do Rio Vermelho. Florianópolis. SC. 2002.

CASAN-Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Banco de Dados Operacionais – Exercício 1998/1999.

CASTANY, G. Prospección y Explotacion de las aguas subterráneas.. Ediciones Omega S.A., Barcelona, Espanha, 1975. 738p.

CARUSO, Mariléa Martins Leal. O Desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais. Ed.da UFSC, 1990.160p.

CARUSO Jr, F. G. Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina. Notas Técnicas. CECO, Instituto de Geociências. Porto Alegre, R.S., nº6. 1993, 28p.

CEPIS- Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária. Monitoreo de La Calidad de las Aguas Subterráneas: uma evolução de métodos e custos. Lima, Peru, 1989.

CEPIS- Centro Pan-americano de Engenharia Sanitária. Analisis de Contaminacion de las Aguas Subterráneas por Sistemas de Saneamiento Básico. Lima, Peru, 1988.

COSTA, A.F.U., DIAS, N.L. & CORREA,O. Levantamento Geofísico das Águas Subterráneas na Região da Praia de Ingleses, Santinho e Rio Vermelho – Relatório CPRM. Florianópolis.1996.

COSTA, W. D., SILVA, Aldebani B. da. Hidrogeologia dos Meios Anisotrópicos. In: FEITOSA, Fernando A .C., MANOEL Fº, João. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 389 p.

CRESPO, P.G. Sistemas de Esgotos.Belo Horizonte: Ed. URMG; Dpto. de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, 1997.131p.

CRUZ, Olga. A Ilha de Santa Catarina e o Continente Próximo; um estudo de geomorfologia costeira. Ed.da UFSC, 1998. 280p.

CUSTÓDIO, Emilio Gimena, LLAMAS MADURGA, Manuel Ramon. Hidrologia Subterrânea. 2ª ed. Barcelona : Omega, 1983. Vol. 1-2.

DIEHL, L.F., HORN FILHO, N.O. Compartimentação Geológico-Geomorfológica da Zona Litorânea e Planície Costeira do Estado de Santa Catarina.CECO-IG-UFRGS. Notas Técnicas,9:39-50.1996

DUARTE, Gersusa M. Estratigrafia do Quaternário do Plano Costeiro Norte da Ilha de Santa Catarina. Instituto de Geociências da UFRGS. Porto Alegre. Dissertação de Mestrado.1981.279p.

DUARTE, U., OLIVEIRA, E.de. Recursos Hídricos.In MAGALHÃES, L.E. A Questão Ambiental. 1ª Ed. São Paulo:Terragraph, 1994. 345p.

_____, Kanehisa, M.S. Captações Rasas em Zonas Urbanas.In: I Simpósio Nacional de Água Subterrânea em Rochas Fraturadas.Belo Horizonte: ABAS-MG.1985, 213p.

EPT-Engenharia e Pesquisas Tecnológicas S.A. Estudo do Manancial Subterrâneo dos Distritos de Ingleses do Rio Vermelho e São João do Rio Vermelho.Florianópolis.SC. 2002.

ESPINDOLA, R.dos S. Impactos dos Sistemas de Saneamento "*in situ*" nas águas subterrâneas, município de Itaquaquecetuba (SP). Instituto de Geociências, USP. São Paulo. Dissertação de Mestrado. 2001.126 p.

FEITOSA, Fernando A .C., MANOEL Fº., João. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 389 p.

FERREIRA, T. M. & WESTARB, E. de F.F. do A. O avanço do campo de dunas Moçambique-Ingleses no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, município de Florianópolis, Santa Catarina. In: V ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE. I FÓRUM NACIONAL DE COORDENADORES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA. I FÓRUM NACIONAL DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA. CD. 2003.

FERREIRA, Tânia M. Machri .Distrito de Ingleses do Rio Vermelho – Florianópolis – Um espaço Costeiro sob a ação antrópica. Departamento de Geociências. UFSC.Florianópolis. Dissertação de Mestrado.1999.150p

FERREIRA, L.M.R. A prática de disposição de efluentes domiciliares “*in situ*” e os impactos nas águas subterrâneas. Estudo de caso: município de Campinas, São Paulo.Instituto de Geociências. Dissertação de Mestrado. USP, São Pauo.1999.

FOSTER, S. & HIRATA, R.Determinacion del riesgo de contaminacion de aguas subterrâneas: uma metodologia basada em datos existentes.OMS/OPS/HPE/CEPIS Technical manual, Lima, Peru. 1991. 81p

& GOMES D.C.Monitoreo de la calidad de las águas subterrâneas: uma evolucion de métodos Y costos..OMS/OPS/HPE/CEPIS .Technical manual, Lima, Peru.1989. 82p.

& HIRATA, R. Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. WHO-PAHO/HPE-CEPIS. Technical manual, Lima, Peru.1988. 81p.

& DRASAR, B.S. Analisis de Contaminacion de las águas subterrâneas por sistemas de saneamiento básico.OMS/OPS/HPE/CEPIS Technical manual, Lima, Peru. 1988. 82p

_____, VENTURA M., HIRATA, R.C.A Contaminacion de lãs águas subterrâneas: um enfoque ejecutivo de la situación em América Latina y el Caribe em relación com el suministro de água potável..OMS/OPS/HPE/CEPIS .Technical manual, Lima, Peru.1987. 81p.

GERARDI, L.H. & SILVA, B.C.N. 1981. Quantificação em Geografia. São Paulo: DIFEL.161 p.

GONÇALEZ, N. y HERNANDEZ, M.A. La contaminación de aguas subterráneas por nitratos em áreas periurbanas. Caso ejemplo em cuencas próximas a la ciudad de La Plata, Argentina. Água: uso Y manejo sustentable. Seminário Internacional/Grupo Montevideo. Editorial Universitária de Buenos Aires.Buenos. Buenos Aires, Rep. Argentina. 1997. 363p.

GONÇALVES, F.B. Disposição oceânica de esgotos sanitário:história, teoria e prática.Rio de Janeiro: ABES,1997. 348p.

GUEDES JUNIOR, Alexandre. Mapeamento Hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina utilizando Geoprocessamento. Departamento de Engenharia Civil. UFSC. Florianópolis. Dissertação de Mestrado.1999. 114p.

GUERRA, Antonio José Teixeira, CUNHA, Sandra Batista da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 3^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1998. 472 p.

GUERRA, Antônio Teixeira, GUERRA, Antonio José Teixeira. Novo dicionário geológico-geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1997. 652p.

HEATH, Ralph C. Hidrologia básica de água subterrânea. Traduzido por Mário Wrege e Paul Potter. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 1982. 84 p. Traduzido de : Geological Survey Water-supply Paper 2220.

HERMANN, Maria L.P. e ROSA, R. O. Mapeamento Temático do Município de Florianópolis: Geomorfologia. IBGE/IPUF. 1991.19p.

HIRATA, R.C.A.Carga contaminante e perigo as águas subterrâneas. In:II Seminario-Taller. Protección de Acuíferos Frente a la Contaminación: Caracterización y Evaluación.Ciudad de La Habana, Cuba. Abril 2002

_____. Recursos Hídricos. In: In:Teixeira, W. et al. Decifrando a Terra. São Paulo. Oficina de Textos. Reimpressão 2001. 558p.

_____ & FERREIRA, L.M.R. Os Aqüíferos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo. Vol. 31, nº 31(1): 43-50,março de 2001.

_____ & REBOUÇAS, A. A proteção dos recursos hídricos subterrâneos: uma visão integrada, baseada em perímetros de proteção de poços e vulnerabilidade de aquíferos. Boletim Geológico Mineiro. Vol. 110(4):423-236,1999.

_____. Fundamentos e estratégias de proteção e controle da qualidade das águas subterrâneas. Estudo de casos no Estado de São Paulo. 1994. 195p. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo.

_____. Os recursos hídricos subterrâneos e as novas exigências ambientais. Revista do Instituto Geológico. São Paulo. Vol. 14, nº 2:39-61, jul-dez. de 1993.

HORN FILHO, N.O.; ABREU CASTILHOS, J.C.R.; DIEHL, F.L. – Estudo geológico correlativo entre o quaternário costeiro das ilhas de São Francisco do Sul e Santa Catarina, Estado de Sta. Catarina, Brasil. Bol. Resumos Expandidos., 38º Congr. Bras.Geol.-SBG, v.2, Baln. Camboriú-SC, 1994.

HORN FILHO, N.O. et al. Roteiro geológico correlativo da planície costeira e zona litorânea adjacente – Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. In: Klingebiel, A., Sierra de Ledo, B & Soriano-Sierra, E.J. (eds.). Atas do Colóquio Franco-Brasileiro Manejo Costeiro da Ilha de Santa Catarina, Aquitaine Ocean, Bordeaux, 1997. 291-314p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico 1970. Rio de Janeiro, 1972.

_____. Censo Demográfico 1980. Rio de Janeiro, 1982.

_____. Censo Demográfico 1990. Rio de Janeiro, 1991.

_____. Sinopse preliminar do Censo Demográfico 1991. Santa Catarina. nº 21. Rio de Janeiro, 1991.

_____. Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro, 2002.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS – IPUF. Plano dos Balneários e do Interior de Santa Catarina. Prefeitura Municipal de Florianópolis. Florianópolis: IPUF, 1984.

_____. Plano de Urbanização Específica de Ingleses Sul e Santinho. Florianópolis: IPUF, 1998.

_____. Mapa das Unidades Espaciais de Planejamento(UEP) – 1:25000, Ilha de Santa Catarina. Florianópolis: IPUF, abr/1996.

JOST, H. & MARTINS, L.R. Feixes de Restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. Pesquisas, Porto Alegre, 1972.

KARMANN, I. O ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: Teixeira, W. et al. Decifrando a Terra. São Paulo. Oficina de Textos. Reimpressão 2001. 558p.

KREJCIE, R.V. & MORGAN, D.W. Determining sample size for research activities. In: Educational and Psychological Measurement. USA. 1970. p.607-610.

LEWIS, W.J. & FOSTER S.S.D. Analisis de contaminacion de las águas subterrâneas por sistemas de saneamiento básico. OMS/OPS/HPE/CEPIS Technical manual, Lima, Peru. 1988. 81p.

MANOEL Fº, João. Água subterrânea: Histórico e importância. In: FEITOSA, Fernando A .C., MANOEL Fº, João. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 389 p.

MANTELL, C. L. 1975. Solid Wastes: Origin, collection, processing and disposal. New York: Wiley-Interscience, 1127 p. In : MANOEL Fº, João. Contaminação das águas subterrâneas. In: FEITOSA, Fernando A .C., MANOEL Fº, João. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 389p.

MARQUES, M. dos S. O reflexo do aumento populacional na qualidade da água de abastecimento do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho. Estudo de caso: Dunas de Ingleses e Capivari. Pós Graduação do Curso de Educação e Meio Ambiente do Centro de Ciências da Educação, FAED/UFPE. Florianópolis. Monografia, 2001. 98p

MARTIN, L., SUGUIO, K., FLEXOR, J.M. e AZEVEDO, A.E.G. - Texto explicativo do mapa geológico do Quaternário costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Geologia 28, Geologia básica 18, DNPM, Brasília.

_____ & _____; FLEXOR, J.M. Mapa geológico do Quaternário Costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Brasília: DNPM (*Série Geológica, 28, Seção Geológica Básica, 18*) p.1-40. 1988.

_____ & _____ Ilha Comprida: um exemplo da Ilha-Barreira ligado às flutuações do nível marinho durante o Quaternário. *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*. Vol. 2, p.905-912, Recife. 1978.

MARTÍNEZ, D.E. & MASSONE, H.E. Problemática de aquíferos com recarga em áreas suburbanas: aspectos de la contaminación em el acuífero de Mar Del Plata. In: Água: uso Y manejo sustentable. Seminário Internacional/Grupo Montevideo. Editorial Universitária de Buenos Aires. Buenos Aires, Rep. Argentina. 1997. 363p.

MIJAILOV, L. Hidrogeologia. Traduzido ao espanhol por T. Velázquez. Editorial Mir Moscú, 1989. URSS.

MONTEIRO, M.A. & FURTADO, S. M. de A. O clima do trecho Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica In: GEOSUL, Florianópolis, nº 19/20. 1995. 117-133 p.

MORAES, A.C.R. Contribuições para a Gestão da Zona Costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Hucitec; Edusp, 1999. 229p.

MORETTO NETO, L.A. Atividade Turística e o Desenvolvimento Sustentado. Estudo de caso: O Balneário de Ingleses e o Projeto Costa Norte – Ilha de Santa Catarina, no período de 1960-1990. Departamento de Geociências, UFSC. Florianópolis. Dissertação de Mestrado. 1993.

NIMER, E. Climatologia da Região Sul. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro. Nº34(1), jan/mar. 1972. p.195-265.

_____ Descrição, análise interpretação conceitual do sistema de classificação de climas de C. W. Thornthwaite. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro. Nº 39 (1), jan/mar.1977. p.87-109.

OLIVEIRA, L.T. Análise da geometria dos aquíferos costeiros da porção norte da região metropolitana de Recife-PE a partir de perfis litológicos de poços tubulares. In: Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas- ABAS, Curitiba, nº 17. 2003. 9-22 p.

PEREIRA, A.R., VILLA NOVA, N.A., SEDIYAMA, G.C. Evapo(transpiração). Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

PINTO, N. L. de S., HOLTZ, A. C. T., MARTINS, J.A. Hidrologia Básica. 5ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda.,1995. 278 p.

PRATES, A.M.M., MAZOLLI, J.I., MIRA, M.A.F.B. Geografia Física de Santa Catarina. Florianópolis: Ed. Lunardelli, 1989. 112 p.

PROCHNOV, Norberto de Jesus. Um breve passeio de volta no tempo/ Histórico de Meio-Ambiente: Ingleses, Santinho. Grafica Rei dos Cartões. 1999. 54p.

REBOUÇAS, A. da C. Águas Subterrâneas. In: Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. Org. REBOUÇAS, A.da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. 2ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. 703 p.

_____ Água Subterrânea no novo modelo do saneamento básico. Recursos Hídricos Subterrâneos 1996. ABAS: MG -Brasil/ Unesco. 12p.

_____ Groundwater in Brazil, Episodes, Vol.11, nº3. p.209-214, 1988.

RIBEIRO, L. Vulnerabilidade de aquíferos costeiros e risco de contaminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, Florianópolis. *Aquíferos Transfronteiriços*. [S.l.]: ABAS, 2002. 1 CD-ROM. 26p.

SANTA CATARINA. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Diretoria de Operação. Banco de Dados Operacionais – Exercício 2003. Florianópolis. CASAN, 2003.

SANTOS, G. T. Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas Aplicadas ao Uso do Solo Urbano em Obras de Engenharia. 1997. 209p. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.

SCHEIBE, L.F. e TEIXEIRA, V.H. In: DUARTE, G.M. Estratigrafia e Evolução do Plano Costeiro Norte da Ilha de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Geociências. UFRGS. 1981. 279p.

SDM-Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Gestão e Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá: zoneamento da disponibilidade e qualidade hídrica. Florianópolis, 1997.

SILVEIRA, A.L.da; LOUZADA J.A.; BELTRAME L.F. Infiltração e Armazenamento no Solo. In: TUCCI, Carlos E.M.(Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 2ªEd. Porto Alegre: Editora da Universidade:ABRH, 1997. Capítulo 9. Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4.

SILVEIRA J.D. Morfologia do Litoral. In: AZEVEDO, A. Brasil, a Terra e o Homem, as bases físicas, vol.1:253-305, São Paulo, Cia.Ed. Nacional, 1964.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO/SNIS. Secretaria de políticas urbanas. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2000, Brasília - DF, 2000

SPERLING, M.Von. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 1996. Vol.1. 243p.

TODD, David K. Hidrologia de Águas Subterrâneas. Traduzido por Araken Silveira e EVELINA Bloem Souto Silveira. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1959. 319 p. Traduzido de : Ground Water Hydrology.

TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J. L. do. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo, Nobel, 1937.

TUCCI, Carlos E.M.(Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 2ªEd. Porto Alegre: Editora da Universidade:ABRH, 1997. Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4.

VASCONCELOS, S.M.S. Recarga do aquífero dunas/paleodunas, Fortaleza-CE. 1999.100p. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo.

VILLWOCK, J.A.& TOMAZELLI, L.J. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas, 8, CECO, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, P.1-45.

WESTARB, Eliane de F.F.do A. Água Subterrânea: Estudo e desdobramentos pedagógicos. Departamento de Geociências. UFSC. Florianópolis. TCC. 1999. 110p.

_____ & FERREIRA, T.M.M. A evolução da ocupação nas dunas Moçambique-Ingleses no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, município de Florianópolis, Santa Catarina e as implicações desta sobre o aquífero subjacente. V ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE. I FÓRUM NACIONAL DE COORDENADORES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA. I FÓRUM NACIONAL DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA. CD. 2003.

YEN, B. C., SCANLON, B.1975. Sanitary landfill settlement rates. J. Geotech. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Engenheiro, 101(GTS), p.475-487.

ZAPOROZEC, A. Contaminant source inventory. In: Zaporozec, A. (Ed.) Groundwater contamination inventory. a methodological guideline.2001. UNESCO. Paris. 237p.

ZIMBRES, E. Água Subterrânea: [rechidricos.html](#). Disponível em: <http://planeta.terra.com.br>. Acesso em: 26 abril 2004.

9. ANEXOS

Anexo 1 – Questionário

O uso de água subterrânea no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Florianópolis /SC/ Brasil

Regionalização da área pesquisada

- Santinho ()
- Ingleses Centro ()
- Sítio do Capivari ()
- Gaivotas

Rua: _____ N.º

- N.º de casas no terreno ()
- Condomínio: N.º de blocos () - N.º de aptos: ()
- Comércio: () - Tipo _____
- Serviços: () - Tipo _____

1 Quantos são residentes? Pessoas () - Aptos () - Casas ()

2 No verão o imóvel é alugado ?

- () Não () Sim - Quantas pessoas ()

4 A água utilizada é:

- () da rede pública – “CASAN”
- () de poço particular
- () outros qual? _____

5 Há quanto tempo foi construído?

6 Como foi construído? Sondas () Manual ()

7 Qual é o tipo de poço?

- a) Escavado () - Diâmetro Profundidade
- b) Tubular () - Diâmetro Profundidade
- c) Ponteira ou Cravados () Profundidade

8 O poço possui bomba? Sim () Não ()

9 Revestimento? () Sim Não () Do que?

10 Tampa? () Sim Não () Do que?

11 Há poço abandonado ou em desuso? () Sim Não ()

12 Qual é o tipo de poço que está abandonado ou em desuso?

- Escavado () Tubular () Ponteira ()

13 É usado para outra finalidade? () Sim Não ()

- Para que?

14. A água da ponteira ou do poço já foi analisada ? () Sim Não ()
CASAN () Outro laboratório () Qual

15. Tem cópia da análise? () Sim Não ()

16. Possui sistema de coleta de esgoto sanitário? () Sim Não ()

17. Qual é o tipo de sistema de coleta de esgoto sanitário?

- Coletado para tratamento () Fossa desativada: Sim () Não ()
- fossa séptica () com sumidouro () sem sumidouro ()
- Comprou pronta () Onde? ou foi construída ()
- tamanho: _____ quantas divisões ()
- o fundo é de? alvenaria () brita () nenhum ()
- outro () Qual _____
-
-
-
-
-

18 Precisa esgotar a fossa? () Sim () Não

19 De quanto em quanto tempo? R: _____

20 Qual é a distância entre o poço e o sistema de coleta de esgoto?

- _____ metros. Posso medir? () Sim () Não

21 Com relação a posição do poço no terreno encontra-se:

- extrema direita () extrema esquerda () fundo () frente ()
- distância da propriedade do vizinho

Anexo 2 - Precipitação (mm/mês)

Dados Climatológicos
Distrito de Ingleses do Rio Vermelho
Município de Florianópolis - Santa Catarina
Precipitação (mm/mês)
Período 1980/2002

MÊS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Méd/Per.
JAN	125,0	122,1	62,6	548,7	239,7	113,1	205,8	197,3	99,1	180,8	203,5	167,0	283,6		47,4	424,4	253,1		295,2	165,0	243,3	125,1	291,5	209,20
FEV	242,0	155,6	177,3	238,4	42,0	270,1	211,9	288,3	105,6	72,1	305,0	146,3	44,7		173,2	174,2	187,9	188,8	197,9	138,3	372,5	411,4	164,5	195,82
MAR	249,5	165,5	243,1	213,1	189,6	255,1	153,8	79,3	210,2	127,7	123,2	116,4	187,9		117,9	210,2	274,8	83,8	154,8	106,5	178,4	94,6	130,9	166,65
ABR	68,0	93,9	99,5	183,8	111,4	240,9	104,2	127,7	131,0	163,5	75,0	61,4	16,6		76,3	24,5	55,0	61,6	179,9	158,8	49,6	93,0	210,9	108,48
MAI	65,9	248,2	175,6	322,4	0,8	43,6	99,2	219,4	103,7	156,9	62,2	32,1	260,7		321,8	3,3	50,0	78,9	72,4	68,6	8,5	155,4	51,2	118,21
JUN	77,4	94,8	121,4	187,4	107,3	24,8	11,1	104,4	50,9	45,0	75,2	110,0	81,9		80,7	114,9	143,4	48,3	103,6	83,5	71,0	92,4	25,7	84,33
JUL	175,4	128,0		201,3	107,0	77,4	88,2	94,9	15,5	46,6	210,5	15,6	151,7		147,6	56,0	94,4	74,7	79,9	145,6	35,6	86,9	86,8	100,93
AGO	202,3	46,0	40,4	125,6	345,7	51,2	52,7		18,4	70,3	99,6	133,5	105,9		14,3	34,0	109,0	67,1	224,9	10,5	41,9	20,0	108,1	91,50
SET	119,5	89,7	25,5	163,0	2,4	82,4	182,0	77,8	129,7	187,0	107,3	24,6	73,6		18,1	121,8	195,5	137,6	266,0	98,3	123,5	106,9	101,7	110,63
OUT	178,6	201,5	157,4	55,4	53,7	174,4	0,8	245,6	82,6	52,7	117,4	149,0	66,4		236,8	126,7	118,5	271,9	151,0	175,7	176,0	202,0	130,7	142,03
NOV	380,6	86,1	242,1	362,8	303,5	181,0	107,1	30,5	80,4	54,8	136,7	202,1	126,5		72,4	92,9	42,2	158,4	53,0	92,6	46,2	110,7	98,6	139,15
DEZ	253,8	161,1	86,5	373,6	128,7	60,6	86,3	149,7	77,7	117,6	141,2	121,7	39,9		137,0	181,2	130,3	98,8	58,6	70,1	55,8	160,3	125,8	128,01
Total/ano	2138,0	1592,5	1431,4	2975,5	1631,8	1574,6	1303,1	1614,9	1104,8	1275,1	1656,6	1279,6	1439,3		1443,5	1564,1	1654,1	1269,9	1837,2	1313,5	1402,3	1658,7	1526,4	1576,7
Média/ano	178,2	132,7	130,1	248,0	136,0	131,2	108,6	146,8	92,1	106,3	138,0	101,1	119,9		120,3	130,3	137,8	115,4	153,1	109,5	116,9	138,2	127,2	132,63
Nº dias	164,0	156,0	157,0	193,0	141,0	136,0	132,0	146,0	134,0	145,0	157,0	113,0	135,0		134,0	127,0	165,0	130,0	170,0	158,0	122,0	143,0	152,0	145,91
Prec.Máx.	74,5	116,8	93,3	312,7	105,5	122,5	79,0	130,0	92,1	66,8	100,2	32,2	100,7(24jan)		189,2-12mai	102,5-13jan	94,0-17fev	72,2 - 14set	140,0 - 2jan	89,3- 2 abr	84,1- 02fev	161,8-05fev	86,5-09jan	

Anexo 3 – Temperaturas Máximas e Mínimas °C

- Dados climatológicos

Distrito de Ingleses do Rio Vermelho
Município de Florianópolis - Santa Catarina
Período - 1980/2002

Temperatura Máxima

MÊS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	M.Per.
JAN	26,0	28,1	28,4	30,1	30,9	29,2	30,6	30,6	29,9	28,7	26,9	27,5	29,2		30,5	29,4	29,2		31,2	30,7	30,1	30,4	29,3	29,4
FEV	27,0	30,4	29,0	30,1	32,1	30,9	31,1	29,8	28,6	30,1	29,6	29,7	29,3		30,1	29,4	29,5	30,0	30,7	30,8	29,6	31,8	29,3	29,9
MAR	27,8	29,4	29,9	29,3	30,1	30,6	30,5	31,3	29,7	29,4	28,6	29,7	28,3		29,2	28,9	28,3	29,8	29,2	31,7	28,7	30,7	31,3	29,6
ABR	24,9	27,5	27,4	27,2	26,9	27,9	28,8	27,5	24,5	26,7	26,9	26,4	27,7		26,5	27,1	27,5	28,4	27,8	26,1	27,8	24,5	26,7	26,9
MAI	23,9	26,8	24,0	23,4	26,9	25,9	25,4	21,3	20,7	23,9	22,9	24,7	23,5		25,2	24,8	25,9	25,9	25,6	25,2	25,5	24,4	25,2	24,6
JUN	20,1	22,7	22,4	18,9	22,7	21,1	22,5	19,6	16,7	22,2	20,0	22,1	22,6		22,8	21,7	20,4	23,5	23,3	21,6	23,1	23,3	22,6	21,6
JUL	18,7	21,3	21,4	19,8	20,1	20,8	21,4	19,8	20,4	19,9	18,3	20,4	19,0		21,2	22,0	18,9	23,4	28,5	20,5	19,9	21,1	22,2	20,9
AGO	19,1	21,1	21,4	20,4	18,5	22,3	21,9	20,7	29,5	22,0	21,7	19,6	19,5		21,1	21,8	20,7	22,5	22,7	22,5	19,5	22,6	21,6	21,5
SET	19,1	21,6	22,2	20,2	20,0	22,3	21,7	19,7	20,6	20,8	20,1	20,8	21,8		22,2	21,6	21,6	23,3	22,6	23,8	20,9	23,1	22,0	21,4
OUT	21,0	28,4	23,3	23,3	25,2	24,7	23,4	21,4	22,8	22,6	23,6	23,7	24,0		24,5	23,8	24,6	24,0	24,7	24,1	24,8	24,5	25,3	24,0
NOV	23,8	26,2	23,6	26,4	24,6	25,1	25,8	26,1	26,8	25,8	24,9	25,6	24,9		27,0	27,4	27,4	26,6	26,7	25,7	26,1	25,0	26,9	25,8
DEZ	27,0	26,8	27,1	27,7	25,1	28,6	28,2	28,6	27,8	26,5	26,1	29,7	28,1		29,3	28,8	30,6	30,5	29,6	27,1	27,7	28,4	29,1	28,1
	23,2	25,9	25,0	24,7	25,3	25,8	25,9	24,7	24,8	24,9	24,1	25,0	24,8		25,8	25,6	25,4	26,2	26,9	25,8	25,3	25,8	26,0	25,3

Temperatura Mínima

MÊS	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	M.Per.
JAN	23,2	23,8	22,1	24,3	23,8	22,2	23,3	23,7	24,3	21,1	20,5	20,4	22,3		21,6	22,4	21,2		22,9	22,3	22,4	23,4	22,2	22,6
FEV	25,1	24,6	23,1	23,2	24,9	23,3	23,8	23,4	22,4	21,2	20,8	20,7	22,6		22,8	21,9	21,4	22,1	23,1	22,4	21,7	23,8	21,7	22,7
MAR	26,3	21,2	22,3	21,2	22,7	23,0	22,9	22,2	23,5	20,4	20,8		21,5		21,7	21,0	20,6	20,2	21,4	23,1	21,1	23,0	23,4	22,1
ABR	21,6	20,6	19,8	20,6	19,3	20,9	21,9	21,5	19,4	18,3	19,7	19,2	19,4		19,1	18,7	19,3	18,4	19,7	21,8	19,3	21,5	21,3	20,1
MAI	21,7	19,9	17,2	19,1	19,8	16,6	19,8	15,9	15,2	15,0	12,5	17,7	16,7		18,4	15,1	15,8	17,4	16,1	14,4	15,5	16,4	18,7	17,0
JUN	15,6	15,2	17,3	13,7	15,4	14,5	16,2	12,9	12,1	13,5	11,8	14,8	16,1		13,7	13,5	12,5	14,2	13,4	13,2	16,5	16,2	15,7	14,5
JUL	14,7	14,3	16,4	15,5	14,1	13,9	15,6	15,4	15,0	10,8	10,6	13,0	11,8		13,1	15,6	9,4	14,8	14,8	14,3	10,7	13,5	18,7	13,9
AGO	15,3	17,6	16,4	14,5	12,6	16,8	16,6		15,3	13,2		13,6	12,1		12,9	14,4	13,4	15,3	15,6	13,8	11,6	17,9	16,1	14,8
SET	14,1	16,3	17,7	14,5	14,7	17,1	17,0	14,8	16,5	13,6	13,2		16,1		16,6	15,1	15,3	16,3	16,5	16,0	14,9	17,7	15,0	15,7
OUT	17,8	16,9	18,1	18,0	19,1	18,6	19,2	16,1	15,6	14,8	17,5	17,6	17,4		18,4	17,2	17,7	18,1	17,9	17,2	18,4	19,3	20,3	17,8
NOV	20,8	20,7	19,2	20,1	19,3	20,3	20,6	20,0	18,2	16,4	19,1	18,8	18,4		18,8	20,0	19,7	20,0	19,0	18,0	20,0	19,9	20,2	19,4
DEZ	22,4	21,3	21,5	21,8	20,3	22,0	22,0	22,1	21,0	20,5	19,7	21,2	20,8		22,0	20,8	23,2	21,8	20,6	21,2	21,3	26,7	22,4	21,7