

Estudo dos impactos da Drenagem Urbana nos Recursos Hídricos do Distrito do Campeche

Elisa Ferreira Pacheco

Orientadora: Dra. Alexandra Rodrigues Finotti

2012/1

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Centro Tecnológico – CTC
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – ENS

Estudo dos impactos da Drenagem Urbana nos Recursos Hídricos do
Distrito do Campeche

Elisa Ferreira Pacheco

Trabalho submetido à Banca
Examinadora como parte dos
requisitos para Conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental–TCC II

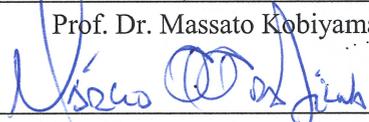
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dra. Alexandra Rodrigues Finotti
(Orientador)



Prof. Dr. Massato Kobiyama



MSc. Márcio Claudio Cardoso da Silva

FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2012

Ferreira Pacheco, Elisa

Estudo dos impactos da Drenagem Urbana nos Recursos Hídricos do Distrito do Campeche

Elisa Ferreira Pacheco, Florianópolis/2012 x, 68p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a toda minha família, pelo amor, carinho e apoio em todo este período acadêmico. Aos seres sagrados que me iluminaram e me mantiveram forte espiritualmente.

Agradeço a meu filho Aruanã José pela compreensão e eterno sorriso acolhedor e ao companheirismo e apoio de Julio Domingues Cechin pelas orientações e conselhos durante minha vida acadêmica.

Agradeço a orientadora, Professora Dra. Alexandra Rodrigues Finotti, pelo enriquecimento técnico científico e a banca examinadora Professor Dr. Masato Kobiyama e ao Msc. Marcio Cardoso por avaliar e complementar meu objeto de pesquisa.

E por fim agradeço a UFSC e a CNPQ pelo apoio estrutural, intelectual e financeiro.

RESUMO

No atual paradigma de desenvolvimento urbano, as ações antrópicas são voltadas para remediar e controlar os ciclos da natureza, que o próprio homem desequilibrou. Estas ações remediadoras e desarticuladas prevalecem no planejamento urbano, repercutindo nos Recursos Hídricos. Neste contexto, o presente trabalho analisou como a Drenagem Urbana impacta nos recursos hídricos, do Distrito do Campeche em Florianópolis, visando dar subsídios aos tomadores de decisão para criarem um plano de Manejo das águas Pluviais, que seja sustentável. O estudo foi estruturado em 3 fases, primeira fase foi baseada em revisão bibliográfica e levantamento de informações de trabalhos realizados na região, bem como documentos e projetos técnicos encomendados pela prefeitura de Florianópolis. Na segunda fase foram analisados os mapas de geologia, espessura da zona não-saturada, áreas de risco de contaminação orgânica, áreas críticas de alagamento, vulnerabilidade do aquífero do Campeche, hidrografia e foi articulado a rede de drenagem da região, utilizando o Softwares Autocad 2010. Na terceira fase foi desenvolvido um mapa com o cruzamento dos planos de informação referentes à rede de drenagem executada, à vulnerabilidade do aquífero do Campeche, da localização dos poços de captação de água da CASAN e localização do recursos hídricos. Foi diagnosticado que na área de estudo a drenagem se baseia, na retificação e canalização dos rios, uso de estruturas de infiltração sem nenhum pré-tratamento vinculado á uma urbanização desordenada em que se ocupam zonas de APP- Áreas de Preservação Permanente, ligam as redes de águas residuárias na rede pluvial, utilizam sistemas de coleta de esgoto que contaminam as águas superficiais e subterrâneas. Sendo propostas algumas medidas remediadoras como; uso de medidas de pré-tratamento das águas pluviais, análise quali-quantitativamente dos recursos hídricos em diferentes níveis de um mesmo corpo de água e das estruturas que fazem parte da drenagem urbana da região, para caracterizar os impactos reais da interface do manejo das águas pluviais nos recursos hídricos. Cadastro da rede de drenagem , de toda á hidrografia e infraestruturas de saneamento, presentes na região de forma uniformizada, pois uma das dificuldades ocorrida na realização da pesquisa , foi unificar os dados fornecidos pelos órgão da prefeitura de Florianópolis, que divergiam entre si.

ABSTRACT

On the current paradigm of urban development, the anthropic actions are toward to repair and control nature cycles that the very same human-being had unbalanced. These repairing and disjointed actions prevail when planning the cities, reverberating on the hydric resources. The present research analyzed how the drainage system impacts the hydric resources at the Campeche district, aiming to subsidy the decision makers to create a management plan for the pluvial water, sustainable for the hydric resources. He study was structured on three phases. The first phase was based on the raising of information about researches that have been done at the region, as well as documents and projects that have been ordered by the prefecture of Florianópolis. On the second phase, the geology maps, the thickness of the non-saturated zone, risky areas for organic contamination, critical areas for inundation, vulnerability for the Campeche aquifer, hydrography and a draining system of this region was articulated using the Software Autocad 2010. On the third phase a map crossing the plans of informations regarding the executed draining system, the vulnerability of the Campeche aquifer, the CASAN's water captivation wells locations and also the hydric resources locations was made. It was diagnosed that at the area studied the draining is based on the rectification and canalization of the rivers, the use of infiltration structures without any kind of previous treatment linked to a disordered urbanization where protected areas are occupied, connection of the system of waste water in the pluvial net, the use of sewerage collect system that contaminates the superficial and groundwater. It were proposed some repairing measures as the use of previous treatment for the pluvial water, analysis quali-quantitative of the hydric resources at different levels of the same water body, analysis of the structures the urban draining of the region, to characterize the impacts of the management interface of the pluvial water on the hydric resources. The accomplishment of a database of the draining net, the full hydrography and sanitation infrastructure present at the region in an uniform way, whereas one of the main difficulties of this research was to unify the data provided from the city hall of Florianópolis, usually diverging among themselves.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
	1.1 JUSTIFICATIVA	3
	1.2.OBJETIVOS	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
	2.1. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO	5
	2.2. GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS	6
	2.3. MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	7
	2.3.1. <i>Medidas de Prevenção e Controle das águas Pluviais ..</i>	<i>9</i>
	2.4. ESTUDOS DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFEROS.	11
	2.5. INTERFACE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, SUPERFICIAIS E PLUVIAIS	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS	18
	3.1. ESTRUTURA DO DIAGNÓSTICO DAS ÁGUAS URBANAS NO DISTRITO DO CAMPECHE	19
	3.2. ORGANIZAÇÃO ESPACIAL	20
	3.3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
	3.4. ASPECTOS AMBIENTAIS	26
	3.4.1. <i>Hidrografia</i>	26
	3.4.2. <i>Geologia e Geomorfologia</i>	29
	3.4.3. <i>Aquífero do Campeche</i>	32
	Descrição do Aquífero do Campeche.....	32
	3.4.4. <i>Estudo da Vulnerabilidade do Aquífero do Campeche</i>	33
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
	4.1. DIAGNÓSTICO DAS ÁGUAS URBANAS DO DISTRITO DO CAMPECHE.	39
	4.2. ANÁLISE DOS IMPACTOS DO MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NOS RECURSOS HÍDRICOS.	48
	4.2.1. <i>Cruzamento dos Planos de Informações</i>	48
	4.2.1.1. Região1- Lagoa Pequena	50
	4.2.1.2. Região2-Riozinho do Campeche	53
	4.2.1.3. Região 3- Rio Tavares.....	55
	4.2.1.4. Região 4- Lagoa da Chica.....	58
	4.2.1.5. Região 5- Condomínio Norbeker.....	61
	4.2.1.6. Região 6 – Morro das Pedras	63
	4.3. MEDIDAS MITIGADORAS PARA A INTERFACE DA DRENAGEM URBANA E RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO DO CAMPECHE.....	65

5.	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	67
6.	BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS		73
	ANEXO 1-ZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS.	74
	ANEXO 2- CAIXA DE CAPTAÇÃO SIMPLES.....	75
	ANEXO 3-CAIXA DE CAPTAÇÃO DO TIPO SUMIDOURO	76
	ANEXO 4- CAIXA DE ACUMULAÇÃO E INFILTRAÇÃO.....	77
	ANEXO 5-CAIXA JUNÇÃO E ALA.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS

APP-Área de Preservação Permanente

CASAN- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

FATMA- Fundação Estadual do Meio Ambiente

FLORAM- Fundação Municipal do Meio Ambiente

IPUF-Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis

PDDU-Plano Diretor de Drenagem Urbana.

PMF-Prefeitura Municipal de Florianópolis

PMISB-Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico

SMHSA-Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental

UTP-Unidade Territoriais de Análise e Planejamento

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- CANALIZAÇÃO X ARMAZENAMENTO**ERRO!
INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

TABELA 2- PRINCIPAIS MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DA
VULNERABILIDADE A POLUIÇÃO DOS AQUÍFEROS 13

TABELA 3-INDICADORES DRASIC MODIFICADOS PARA
APLICAÇÃO NO SISTEMA AQUÍFERO DE CAMPECHE
.....**ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

TABELA 4-POÇOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CASAN..
.....**ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- ZONA HIPORRÉICA -----	15
FIGURA 2- UTPS SOBRE O AQUIFERO DO CAMPECHE--- ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
FIGURA 3- DIVISÃO DISTRITAL E UNIDADES TERRITORIAIS DE PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS. -----	20
FIGURA 4-UNIDADES TERRITORIAIS DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO -----	21
FIGURA 5-MAPA DE ZONEAMENTO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS. -----	22
FIGURA 6-HIDROGRAFIA DA ÁREA DE ESTUDO-----	28
FIGURA 7 - MAPA GEOLÓGICO DO AQUIFERO DO CAMPECHE. ----- ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
FIGURA 8 - SISTEMA DE AVALIAÇÃO DO ÍNDICE GOD DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO. -----	34
FIGURA 9- MAPA DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO. ----- ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
FIGURA 10- LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DE CAPTAÇÃO-----	42
FIGURA 11-CARGAS DE CONTAMINAÇÃO ORGÂNICA NO AQUIFERO DO CAMPECHE. -----	43
FIGURA 13- SUB-BACIAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM PROCESSO DE EXECUÇÃO. FONTE: CASAN, 2005.-----	44
FIGURA 14- ALTERAÇÕES OCORRIDAS NO RIO TAVARES. FONTE: GEOPROCESSAMENTO COOPERATIVO-PMF. --	45
FIGURA 15- CANAIS DE MACRODRENAGEM. FONTE: PMISB.	46
FIGURA 16-REDE DE DRENAGEM SOBREPOSTA AO MAPA DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO. -----	49
FIGURA 17 -REGIÃO 1- LAGOA PEQUENA -----	52
FIGURA 18- REGIÃO 2- RIOZINHO DO CAMPECHE -----	54
FIGURA 19-ASE-ÁREA DO SISTEMA DE SANEAMENTO E ENERGIA. -----	55
FIGURA 20- REGIÃO 3 – RIO TAVARES-----	57
FIGURA 21-ÁREA DE INUNDAÇÃO DA LAGOA DA CHICA. -	58
FIGURA 22- REGIÃO 4 – LAGOA DA CHICA -----	60
FIGURA 23- REGIÃO 5- CONDOMÍNIO NORBECKER.-----	62
FIGURA 24-REGIÃO 5 – MORRO DAS PEDRAS. -----	64

1 INTRODUÇÃO

No atual paradigma de desenvolvimento urbano, as ações antrópicas são voltadas para remediar e controlar os ciclos da natureza, que o próprio homem desequilibrou. Um dos ciclos vitais mais impactados é o Ciclo Hidrológico, pois o planejamento atual das águas Urbanas não considera o ciclo hidrológico de forma integrada, englobando a influência mútua entre os recursos hídricos superficiais, subterrâneos e as águas pluviais, bem como a influência do planejamento urbano sobre estes.

Atualmente as ações remediadoras e desarticuladas prevalecem no planejamento urbano, repercutindo nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Esta situação pode ser observada em processos como o uso e ocupação do solo, pavimentação e impermeabilização do solo, em que se impede a infiltração das águas pluviais e no destino dos efluentes, contribuindo para contaminação dos recursos hídricos. Soma-se a este cenário a falta de fiscalização de projetos e locações de fossas sépticas e poços de captação para abastecimento o que contribui substancialmente para o agravamento do problema de contaminação e impacto sobre as águas subterrâneas e superficiais no meio urbano.

Neste contexto as consequências da urbanização sobre o ciclo hidrológico podem ser amenizadas por políticas públicas e documentos legais devidamente aplicados e fiscalizados, de forma integrada e articulada, preservando a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, pois estas características estão intimamente interligadas. Assim tornando a gestão das águas sustentável, pois estará integrada com a gestão de outros recursos e atividades humanas, como resíduos sólidos, sistemas de produção industrial, produção e consumo de energia, sistemas de transportes, etc. (Souza & Tucci, 2005).

Varias são as dificuldade encontradas para preservar os aspectos quali-quantitativos dos recursos hídricos vinculados aos equipamentos de saneamento e drenagem, principalmente: (a) falta de integração urbano-paisagística e seus usos; (b) contaminações por esgotos e resíduos sólidos; (c) falta de manutenção das infraestruturas de saneamento; e (d) falta de consciência ambiental. (Costa & Poletto, 2011).

O Brasil atualmente possui lacunas significativas de infraestrutura de saneamento e de adequada gestão dos sistemas existentes, devido às elevadas taxas de crescimento populacional urbano, que criaram um descompasso entre a expansão urbana e a falta de implantação de infraestrutura (NASCIMENTO & HELLER, 2005),

além da falta de educação ambiental. Segundo TUCCI (2001), os principais problemas dos recursos Hídricos no país são:

- escassez de água, natural ou causada pelo uso intensivo do recurso hídrico, em distintas regiões do País;
- ocorrência de enchentes periódicas nos grandes centros urbanos brasileiros;
- inexistência de práticas efetivas de gestão de usos múltiplos e integrados dos recursos hídricos;
- adoção de critérios diferenciados na implementação dos processos de gestão no País;
- distribuição injusta dos custos sociais associados ao uso intensivo da água;
- participação incipiente da sociedade na gestão, com excessiva dependência nas ações de governos;
- prática de tomada de decisões sem recurso sistemático a métodos quantitativos de avaliação.

A inexistência de práticas efetivas de gestão de usos múltiplos e integrados dos recursos hídricos, bem como a integração desta com os outros sistemas organizacionais do meio urbano, podem ser observados no município de Florianópolis. Segundo o Plano Municipal de Integrado de Saneamento Básico-PMISB, realizado pela prefeitura de Florianópolis (2009), os serviços de saneamento básico apresentam-se deficitários, principalmente no âmbito do esgotamento sanitário e drenagem, visto que o abastecimento de água e a coleta de lixo contaram com certa regularidade de investimentos, apresentando índices de cobertura mais favoráveis.

Institucionalmente a gestão das águas urbanas no município é realizada de forma desarticulada, sendo estas ações divididas entre a Secretária Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental, Secretária de Obras Secretaria do Meio ambiente e Desenvolvimento Urbano através do IPUF, FLORAM, SESP e pela FATMA.

Neste contexto, o presente trabalho visa analisar os possíveis impactos nos recursos hídricos subterrâneos e superficiais, pelo sistema de drenagem urbana adotado na região, por intermédio da análise de documentos e pela sobreposição mapa hidrográfico, de parte da rede de

Drenagem, da localização dos poços de captação no mapa de vulnerabilidade do aquífero do Campeche. O conceito de vulnerabilidade é abordado como o ponto em que a sustentabilidade pode ser comprometida sendo estas analisadas por intermédio de indicadores, o mapa de vulnerabilidade foi desenvolvido pela metodologia Drastic, adaptada pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento-Casan.

O objeto de análise foi focado na região do Campeche. Esta análise visa dar subsídios aos tomadores de decisão para criarem um plano de Manejo das águas Pluviais não impactante, para o Distrito do Campeche. A atual drenagem se baseia na retificação e canalização dos rios, uso de estruturas de infiltração sem nenhum pré-tratamento vinculado á uma urbanização desordenada em que se ocupam zonas de APP, ligam as redes de águas residuárias na rede pluvial, utilizam sistemas de coleta de esgoto que contaminam as águas superficiais e subterrâneas.

Para atingir o objetivo do trabalho trabalhou-se com produtos e níveis de informação disponíveis nos vários órgãos envolvidos com a gestão urbana e dos recursos hídricos do município de Florianópolis. Foi realizado uma caracterização da rede de drenagem, das águas superficiais e do aquífero do Campeche,.

1.1 Justificativa

No planejamento dos recursos hídricos, prevalecem medidas que consideram somente as águas superficiais, desconsiderando sua interface com as águas subterrâneas e pluviais, bem como a interferência de toda a infraestrutura urbana sobre estes. Esta desarticulação gera doenças, inundações, perdas para a sociedade e altos investimentos estruturais para o governo. Assim, necessita-se de estudos que planejam as águas urbanas como partes de um só ciclo hidrológico, preservando-as quali-quantitativamente.

Grande parte das cidades brasileiras ainda não chega ao estágio de se preocupar com a poluição dos esgotos pluviais, já que o esgoto cloacal é ainda o problema maior. No entanto, durante uma cheia urbana, a carga poluente do pluvial pode chegar até a 80% da carga do esgoto doméstico (Tucci, 2001). Sendo de suma importância a análise dos impactos da drenagem pluvial sobre os corpos de águas superficiais e subterrâneos considerando todo sistema ambiental e mantendo à integridade da bacias hidrográfica , e seu uso sustentável.

As maiorias das obras de drenagem urbana não consideram a preservação dos recursos hídricos e os impactos a jusante da bacia, com praticas higienistas, em vez de realizarem estudos detalhados para o uso de medidas alternativas, atualizando os projetos de drenagem legalmente, “obras convencionais de galerias de águas pluviais e de canalização, que aceleram o escoamento, serão admitidas somente nos casos onde as soluções preferenciais se mostrarem inviáveis, quando for comprovado que os impactos gerados pela intervenção são de baixa magnitude e serão mitigados.” (BRASIL, 2011).

No caso particular do Distrito do Campeche, o paradigma do uso de obras convencionais se repete vinculado á um crescimento elevado e desordenado, com taxas de crescimento que chegam a 20% a.a. até o ano de 2000 (ENGEVIX), criando um descompasso entre a infraestrutura urbana e a preservação dos recursos hídricos. Neste contexto, realizou-se um diagnóstico da Drenagem Urbana na região de estudo, detalhando a interface das águas pluviais com os recursos hídricos superficiais e subterrâneos . Por intermédio do mapa de vulnerabilidade do Aquífero do Campeche., fornecendo subsídios técnico-científico para os tomadores de decisão.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Realizar um estudo dos impactos da drenagem urbana nos recursos hídricos do Distrito do Campeche.

1.2.2. Objetivos específicos

-Diagnosticar a atual situação das águas urbanas no distrito do Campeche.

-Analisar como a drenagem urbana impacta nos Recursos Hídricos do Distrito do Campeche.

-Propor medidas mitigadoras para a região de influência direta sobre o sistema Aquífero do Campeche.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica foi estruturada em dois blocos principais:

- Planejamento e gestão para o diagnóstico e propostas de manejo para a região: Planejamento estratégico, gestão das águas urbanas, o manejo das águas pluviais e a organização territorial de Florianópolis para justificar a escolha da área de estudo.
- Embasamento técnico-científico para análise dos impactos nos mananciais: Estudo da vulnerabilidade de Aquíferos e interface das águas subterrâneas, superficiais e pluviais, para se diagnosticar a situação atual da região e propor medidas mitigadoras.

2.1. Planejamento estratégico

O planejamento estratégico é um processo dinâmico, sistêmico, participativo e contínuo para determinação dos objetivos, estratégias e ações da organização (REZENDE, 2010), sendo que no âmbito da gestão das águas, visa articular os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e embasar as ações, de forma compartilhada com o uso múltiplo e integrado das águas superficiais e subterrâneas. O caráter estratégico é conferido pela busca de minimizar e antecipar conflitos futuros, estabelecendo diretrizes para a compatibilização da utilização da água com as demais políticas setoriais para assegurar o seu uso sustentável (ANA, 2011). Portanto, é um instrumento de grande importância para um pós-planejamento ou seja, de gestão devido principalmente: à falta de integração entre as ações de saneamento básico e as demais ações desenvolvidas pelo município, à médio e longo prazo (CARDOSO *et al* 2006) e sua interface com o desenvolvimento urbano.

Com ênfase na drenagem urbana, Neto (2011) afirma que o primeiro passo no processo de planejamento é determinar as características da bacia urbana, seguido da simulação do comportamento hidrológico atual e futuro da bacia, identificação da medidas estruturais e não-estruturais cabíveis, elaboração de cenários que quantifiquem os resultados de diferentes políticas de atuação, delimitação das várzeas de inundação e quantificação dos efeitos da aplicação do plano em termos de custo, benefício e eficiência da consecução dos seus objetivos.

Sendo os problemas do planejamento resumidos nas limitações das ações públicas, que são voltadas para medidas estruturais com visão pontual. Esta situação é decorrente, na maioria das cidades, “de não

considerar o planejamento da ocupação das áreas de risco quando se formulam os Planos Diretores de Drenagem Urbana-PDDU, e do gerenciamento inadequado da implantação das obras públicas e privadas no ambiente urbano” (TUCCI, 2005).

2.2. Gestão das águas urbanas

A Gestão das Águas Urbanas é composta pelas interfaces entre os sistemas de gerenciamento dos mananciais de água (superficiais e subterrâneos), sistema de abastecimento de água, saneamento das águas residuárias, pelo controle das águas pluviais e pelo controle das inundações urbanas.

Pela complexidade dos vários fatores que englobam a gestão das águas urbanas, esta deve ser formada por uma base interdisciplinar de profissionais, que possuam uma política com as diretrizes gerais para o uso e conservação dos recursos hídricos, um modelo de gerenciamento, com a organização legal e institucional que englobe o planejamento de uso (preparo e execução de ações), controle e proteção dos recursos hídricos.

A gestão dos recursos hídricos deve considerar a inter-relação das águas superficiais, pluviais e subterrâneas no Ciclo hidrológico, além do uso conjunto dos mananciais superficiais e subterrâneos e seus possíveis impactos quali-quantitativos.

As relações que se estabelecem entre os serviços de saneamento ambiental, a urbanização e o ciclo da água, podem ser resumidas em três pontos fundamentais, segundo Vargas (1999):

- Da urbanização que tem se apoiado amplamente em ações saneadoras que incluem tanto o abastecimento das cidades com recursos essenciais, quanto à exclusão de elementos nocivos à saúde, à segurança ou ao conforto das populações urbanas.

- Dos impactos negativos diretos da urbanização sobre o ciclo hidrológico que culminam na perda das potencialidades de uso da água.

- E dos instrumentos e ações desenvolvidas pelos poderes públicos para controlar os problemas referentes às

interações entre a urbanização, o saneamento e o ciclo da água.

2.3. Manejo das águas pluviais

Segundo Barbosa (2006):

“... para o desenvolvimento de um programa consistente de drenagem é indispensável considerar o problema dentro de uma visão sistêmica, reconhecer a necessidade de integração do sistema de drenagem com os demais equipamentos urbanos e considerar a implementação de ações voltadas para o controle do escoamento superficial.”

No Plano Diretor e nas legislações de uso e ocupação do solo, devem ser introduzidos elementos do Plano de Drenagem, pela interferência que o uso e ocupação do solo têm sobre a drenagem (TUCCI, 1997). Portanto, segundo Tucci (1995) o plano de drenagem, .. se baseia em princípios, onde os principais são os seguintes:

- (a) os novos desenvolvimentos não podem aumentar a vazão máxima de jusante;
- (b) o planejamento e controle dos impactos existentes devem ser elaborados considerando a bacia como um todo;
- (c) o horizonte de planejamento deve ser integrado ao Plano Diretor da cidade;
- (d) o controle dos efluentes deve ser avaliado de forma integrada com o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos.

Sintetizado no Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre (2005):

“Neste plano devem ser tratados assuntos como a caracterização do desenvolvimento de um local, planejamento da drenagem urbana em etapas, vazões e volumes máximos para várias probabilidades de ocorrência, verificação da possibilidade de

utilização de reservatório para amortecimento de cheias (critérios de dimensionamento, tamanhos, localização, condições de escoamento), medidas para melhorar a qualidade da água e regulamentações pertinentes”.

Além destes aspectos o Plano de Drenagem depende de diversos fatores decisórios (Neto , 2011) :

- meios legais e institucionais, para que se possa elaborar uma política factível de drenagem urbana;
- uma política de ocupação de várzeas de inundações;
- recursos financeiros e meios técnicos, para viabilidade das políticas;
- entidades que promovam o diálogo social e a participação coletiva e;
- organismos que possam estabelecer critérios e aplicar leis e normas com relação ao setor.

O plano de manejo de águas pluviais portanto é uma ferramenta de planejamento que possibilita implantar soluções efetivas de baixo impacto que trazem ao município benefícios tangíveis e duradouros. Dotando o município de um programa de medidas de controle estruturais e não-estruturais com os seguintes objetivos básicos (BRASIL, 2010):

Reduzir os prejuízos decorrentes das inundações.

Melhorar as condições de saúde da população e do meio ambiente urbano, dentro de princípios econômicos, sociais e ambientais.

Planejar os mecanismos de gestão urbana para o manejo sustentável das águas pluviais e da rede hidrográfica do município.

Planejar a distribuição da água pluvial no tempo e no espaço, com base na tendência de evolução da ocupação urbana.

Ordenar a ocupação de áreas de risco de inundação através de regulamentação.

Restituir parcialmente o ciclo hidrológico natural, reduzindo ou mitigando os impactos da urbanização.

Formatar um programa de investimentos de curto, médio e longo prazo que, associado aos benefícios produzidos por esses investimentos, viabilize a obtenção de recursos para a implantação das medidas propostas no Plano.

2.3.1. Medidas de Prevenção e Controle das águas Pluviais

O manejo das águas pluviais pode ser abordado por ações preventivas e corretivas, por intermédio dos sistemas clássicos e sistemas alternativos, sendo estes divididos em medidas estruturais e não estruturais. Nakazonne (2005 *apud* CANHOLI 1995, pág. 28), exemplificou a diferença dos sistemas clássicos e alternativos com na tabela 1, com a diferenciação dos conceitos de “canalização” e “armazenamento”.

Os sistemas clássicos de drenagem podem ser subdivididos em sistemas de macrodrenagem e sistemas de microdrenagem. Segundo Sá Filho (2010) a macrodrenagem é formada por canais e galerias localizadas nos fundo de vales, representando os grandes troncos Coletores, que serão descarregados em algum corpo de água. Os sistemas de microdrenagem se resumem á estruturas de coleta e afastamento das águas pluviais, composto por: pavimentos das vias públicas, meio-fio, sarjetas, bocas-de-lobo, poços de visita, galerias, condutos forçados, estações de bombeamento e os sarjetões.

As técnicas compensatórias ou soluções alternativas consideram a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e propõe recuperar as funções hidrológicas perdidas durante a urbanização, se diferenciam respectivamente, por ações que reparem o efeito da impermeabilização, por exemplo um estrutura que devolve a bacia a capacidade de infiltração reduzida pelo aumento da área impermeável e as alternativas são para substituir as soluções tradicionais.

Tabela 1-Canalização X Armazenamento.

Característica	Canalização	Armazenamento
Função	- remoção rápida dos escoamentos	- contenção temporária para subsequente liberação
Componentes principais	- canais abertos/galerias	- reservatórios de superfície livres ou subterrâneos - retenção subsuperficial
Aplicabilidade	- instalação em áreas novas - ampliação de capacidade (difícil em centros urbanos)	- áreas novas (em implantação) - áreas existentes (se houver áreas disponíveis)
Impacto à jusante (quantidade)	- aumento significativo dos picos de enchente em relação à condição anterior - maiores dispêndios nos sistemas à jusante	- áreas novas: pode ser dimensionado para impacto zero (legislação U.S.A. e Reino Unido) - reabilitação de sistemas: vazões à jusante compatíveis com a capacidade disponível
Impacto à jusante (qualidade)	- transporte de toda carga poluente para o corpo receptor	- facilita remoção de material flutuante e de sólidos suspensos (sedimentação)
Manutenção/operação	- manutenção na ocorrência de assoreamento e deposição de lixo - difícil acessibilidade	- necessita de limpeza e fiscalização periódicas - sistema de bombeamento eventual (operação) - desinfecção eventual (insetos)
Estudos hidráulicos/hidroológicos	- definição dos picos de enchentes	- definição dos hidrogramas e volumes das enchentes

Fonte: Nakazonne, 2005 apud CANHOLI 1995, pág. 28

As medidas compensatórias são subdivididas em estruturais e não-estruturais.. As medidas estruturais podem ser de controle na fonte ou controle centralizado, que se diferenciam pela posição que se encontram na bacia hidrográfica e se classificam em estruturas de armazenamento e de infiltração das águas pluviais. As medidas não-estruturais são compostas pelo uso da legislação, da gestão de uso e ocupação do solo, da educação ambiental e do tratamento de fundo de vale.

Os principais aspectos físicos a serem considerados na escolha da técnica compensatória são as características topográficas locais, o nível d'água do lençol subterrâneo, a capacidade de infiltração e de suporte do solo. Segundo Canholi (2005) é necessário conhecer a distancia entre a superfície do terreno e o nível freático e a declividade da superfície. Além da regulação do uso do solo que estabelece restrições a taxa de impermeabilização das parcelas e estabelece recomendações para a criação de áreas verdes e de áreas destinadas a infiltração de águas pluviais. Esse tipo de regulação contribui igualmente para promover a adoção de medidas como a não conexão de áreas impermeáveis a rede pluvial, permitindo reduzir volumes de escoamento e vazões elevadas nesses sistemas.

Conforme enfatizado por Baptista (*et al.* 2005), o processo de escolha e de concepção de sistemas pluviais com técnicas compensatórias se faz em duas etapas principais: a de eliminação e a de decisão ou escolha, propriamente dita. Os critérios de análise são fundados essencialmente no confronto entre a tipologia da técnica (bacias de detenção, trincheiras, poços etc.), seus princípios de funcionamento quanto às formas de alimentação, de armazenamento e de esvaziamento são requisitos para restrições de uso.

2.4. Estudos da vulnerabilidade de aquíferos.

As metodologias de análises para proteção do aquífero podem ser realizadas pelo estudo dos poços de captação de água para o abastecimento ou por meio da avaliação dos mapas de vulnerabilidade do Aquífero. A vulnerabilidade de um aquífero pode ser entendida como o conjunto de características que determinam o quanto ele poderá ser afetado pela carga de poluentes. São considerados aspectos fundamentais da vulnerabilidade: o tipo de aquífero (livre a confinado), a profundidade do nível d'água, e as características dos estratos acima da zona saturada, em termos de grau de consolidação e litologia (argila a cascalho)(CETESB,2011).

Segundo Foster & Hirata (1993 *apud* Santos *at al* . 2007, p 4.), a vulnerabilidade do aquífero significa sua maior ou menor suscetibilidade de ser afetado por uma carga contaminante imposta na superfície. Camponogara (2006 *apud* RIBEIRA, 2004), definiu a vulnerabilidade natural ou intrínseca dos aquíferos como uma série de atributos ou características do mesmo, o solo, a zona não saturada, parâmetros hidráulicos e recarga, que controla a aptidão do aquífero para fazer frente a um impacto indeterminado ou a capacidade de auto-restauração.

Portanto uma determinada área pode ter uma situação de alta vulnerabilidade, mas, sem risco de contaminação se não existir carga poluidora significativa, ou vice-versa.

As principais fontes de contaminação dos aquíferos segundo o Plano diretor de Caxias do Sul são: os aterros sanitários, as fossas sépticas e a rede de condutos pluviais. Sendo apresentados na tabela 2 por Camponogara (2006), alguns métodos de avaliação da vulnerabilidade do aquífero:

Tabela 2- Principais métodos para determinação da vulnerabilidade a poluição dos aquíferos

MÉTODO	AVALIAÇÃO	FATORES	REFERÊNCIA
Surface Impoundment Assessment	Sistema de decomposição de águas servidas	<ul style="list-style-type: none"> - zona não saturada - Importância do recurso - Qualidade das águas subterrâneas - Periculosidade do material 	Lé Grand (1964)
Landfill Site Ranking (Método Le Grand-Brown)	Aterros sanitários e novos e em operação	<ul style="list-style-type: none"> - Distância aterro e poço produtor - Profundidade do nível da água - Gradiente do aquífero - Permeabilidade e capacidade de atenuação 	Lé Grand (1963)
Site Ranking System	Disposição de produtos químicos, novos e em operação.	<ul style="list-style-type: none"> - Solos, caract. Hidráulica sorção e tamponamento químico - Hidrodinâmicas do aquífero - Ar - População próxima 	Hegerty et al (1973)
Poluição dos lençóis aquíferos	Vulnerabilidade geral	<ul style="list-style-type: none"> - Geologia (litologia e estrutura) 	Taitasse (1972)
Waste-soil interaction matrix	Disposição de resíduos sólidos e líquidos e novas indústrias	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos na saúde - Caract. do produto químico - Comportamento do produto - Capacidade do solo/atenuação - Hidrogeologia - Caract. do local 	Phillips et al (1977)
Site Ranking Methodology	Disposição de resíduos sólidos e líquidos e novas indústrias	<ul style="list-style-type: none"> - Receptor população/uso da água/uso local/degradação ambiental - Caminho, nível e tipo de contaminação, profundidade do nível da água, pluviometria, permeabilidade do solo - Caract. do resíduo-toxicidade, persistência - Prática de manejo-aspectos operacionais e construtivos 	Kutts et al (1980)
DRASTIC	Vulnerabilidade Geral	<ul style="list-style-type: none"> - D profundidade da água subterrânea - R recarga total - A meio aquífero - S solo - T topografia - I Impacto na zona vadosa - C condutividade hidráulica 	Alier et al (1985)
GOD	Vulnerabilidade Geral	<ul style="list-style-type: none"> - G Tipo de aquífero - O litologia zona vadosa - D profundidade da água 	Foster & Hirata (1988)
Groundwater Vulnerability Map for Nitrate	Potencial de lixiviação de nitrato	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de solo - Caract. Hidráulica e litológica do aquífero 	Carter et al (1987)
Sintacs	Vulnerabilidade Geral	<ul style="list-style-type: none"> - Igual ao DRASTIC, porém com pesos diferentes. 	Civita et al (1990)
Perigo associado a sistema de saneamento in situ	Avaliar áreas de maior risco por sistema de saneamento in situ	<ul style="list-style-type: none"> - Vulnerabilidade (GOD) - Densidade população - Análises indicadores físico-químicos (Condutividade elétrica) 	Ferreira & Hirata (1993)

Fonte: Camponagara, 2006

2.5. Interface das Águas Subterrâneas, Superficiais e Pluviais

No ciclo hidrológico a água passa por diferentes fases físicas que são influenciadas quali-quantitativamente pelos processos intermediários na interface atmosfera-litosfera. A princípio a radiação solar que atinge a superfície da terra, parte é refletida e parte é absorvida. Esta energia absorvida faz com que a vegetação sofra evapotranspiração, além de evaporar as águas superficiais. Esta água sofrerá condensação na atmosfera e precipitará.

A precipitação sofrerá interceptação, de acordo com o uso e ocupação do solo sendo infiltrada (transformando-se em escoamento subsuperficial ou/e percolando pela zona insaturada do solo), ou se transformando em escoamento superficial, carreando todos os resíduos presentes na superfície, até chegar a um exutório, seja este natural ou artificial.

Quando há concentração do homem no espaço alterando este ciclo, os impactos podem ser significativos (muitas vezes de forma irreversível) no próprio homem e na natureza.(TUCCI, 2005). Então no caso do ciclo hidrológico urbano, as condições de infiltração e escoamento são alteradas, devido a retirada da cobertura vegetal e impermeabilização que acelera o escoamento superficial e o aumento da vazões máximas (TAVANTI,2011). Além da queda de recarga do aquífero subterrâneo, afetando a disponibilidade hídrica, ocasionando enchentes, erosão e arraste de poluente para os cursos de água (FONSECA *et al* 2006).

Cada uma das fases da água no ciclo hidrológico possui suas particularidades, como exemplo de Motta e Costa (*et al*, 2008) citam:

“as diferenciadas escalas de tempo de renovação de cada fase, a evaporação a que estão sujeitas as águas superficiais, a facilidade de acesso e contaminação das águas superficiais, assim como as dificuldades de exploração das águas subterrâneas”.

A precipitação é o fenômeno principal responsável pela recarga dos aquíferos e esta água que infiltra, segundo Tucci (2002) percola até o aquífero podendo ser armazenada e transportada até os rios, criando condições para manter os rios perenes no período de longa estiagem, ou seja, constituindo todo um sistema de Recursos hídricos.

As interações entre as águas superficiais e subterrâneas são dependentes de forma unívoca das características do clima, do solo, da geologia e da biótica, sendo que a topografia e a geologia interferem expressivamente na dinâmica de trocas entre as águas superficiais e os aquíferos (SILVA, 2007). Portanto em um aquífero livre, a linha freática segue a topografia do terreno, sendo que esta influencia a distribuição espacial na recarga e descarga do aquífero, sendo dependente também da precipitação, ocorrendo um tripé: clima, topografia e geologia, na interferência mútua das águas superficiais e subterrâneas (TÓTH, 1970 *apud* SILVA, 2007).

Outra influencia importante é na zona hiporréica (figura 1), o volume de sedimentos saturados que estão abaixo ou ao lado do canal de água onde as águas subterrâneas e as águas superficiais se misturam, responsável pelas trocas químicas e biológicas possibilitando a sobrevivência de diversos organismos. A atividade destes organismos influencia na qualidade das águas subterrâneas e superficiais (GUNTER e LIENERT, 1993 *apud* SILVA, 2007).

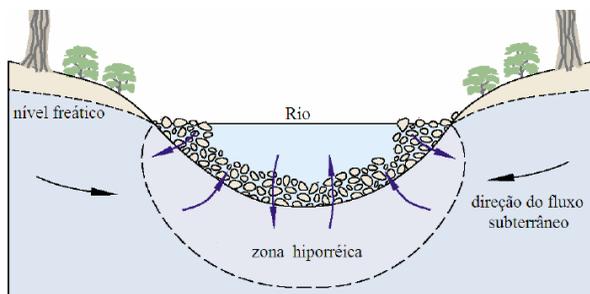


Figura 1- Zona Hiporréica. Fonte: Silva, 2007.

À qualidade das águas também é dependente das condições geológicas e geomorfológicas e da cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres, de águas doces e das ações do homem. As ações do homem que mais podem influenciar a qualidade da água são: (a) lançamento de cargas nos sistemas hídricos; (b) alteração do uso do solo rural e urbano; (c) edificações no sistema fluvial.

Outra fonte poluidora dos corpos de água é “carga de lavagem do escoamento superficial”, influenciados pelo uso e ocupação do solo, pelo tamanho da bacia e da taxa de impermeabilização do solo. Podendo causar: alterações estéticas (cor e turbidez), depósitos de sedimentos

ocasionando destruição de habitats e diminuição da capacidade de escoamento, a depleção do oxigênio dissolvido, contaminação do oxigênio dissolvido e eutrofização (PORTO, 1995 apud BRITO, 2006).

Na tabela 3 são apresentados os parâmetros que caracterizam a qualidade das águas pluviais.

Tabela 3- O Parâmetros de caracterização das águas pluviais

Tipo de poluição	Parâmetros	Efeitos sobre o meio (solo, freático), as obras, os outros poluentes ou os usos
Poluição sólida	Material em suspensão	-colmatção mecânica das obras -vetor de outras formas de poluição (metais pesados, matéria orgânica)
Poluição orgânica	DBO ₅ DQO Carbono orgânico total	-moléculas orgânicas naturais = vetores de poluição metálica. Sua biodegradação desencadeia o despreendimento de metais fixados -aporte de matéria biodegradável aumenta a proliferação de bactérias, que aumenta a colmatção
Poluentes nitrogenados e fosforados	NTK Nitratos NO ₃ Nitritos NO ₂ NH ₄ , NH ₃ Fósforo total	-perturba a produção de água potável -colmatção de obras por proliferação de algas
Poluição tóxica	Pb Zn Cu Cd Cr Hg	-toxicidade segundo o metal, forma e concentração -adsorção pelas particuladas do solo, microorganismos, material em suspensão ≥ risco de despreendimento e de contaminação do freático em função de modificações das condições biológicas e físico-químicas do meio
	Fenóis	-gosto ruim
	Hydrocarbonetos totais	-toxicidade remanescente segundo a forma das moléculas (as cadeias curtas são mais biodegradáveis) -diminuição da biodegradação -influencia as trocas gasosas na interface água-ar
	HAP (6 substâncias) (benzo[<i>a</i>]pyrene)	-muito tóxicos
	Pesticidas: organo-clorados organo-fosforados organo-metálicos	-toxicidade aguda, apresentando riscos de acumulação na cadeia trófica em função de sua grande estabilidade
Poluição microbiológica	Coliformes totais Coliformes fecais Streptococos fecais	-necessidade de esterilização para água potável -vetor de poluição metálica por adsorção aumenta o risco de despreendimento dos metais, no caso de morte dos microorganismos -colmatção por proliferação de microorganismos

Fonte: CHEBBO, 1992 ; GAUTIER,1998 apud SOUZA, 2002

Portanto com o desenvolvimento urbano ocorre o aumento da contaminação dos mananciais, segundo Tucci (2005) as principais causas deste problema são:

- Despejo sem tratamento dos esgotos cloacais nos rios, contaminando os mesmos que possuem capacidade limitada de diluição. Isto ocorre devido à falta de investimentos nos sistemas de esgotamento sanitário e estações de tratamento e, mesmo quando existem, apresentam baixa eficiência;

- O despejo dos esgotos pluviais, que transportam grande quantidade de poluição orgânica e metais que atingem os rios nos períodos chuvosos. Esta é uma das mais importantes fontes de poluições difusa;

- Contaminação das águas subterrâneas por despejos industriais e domésticos, através das fossas sépticas, vazamento dos sistemas de esgoto sanitário e pluvial;

- Depósitos de resíduos sólidos urbanos, que contaminam as águas superficiais e subterrâneas, funcionando como fonte permanente de contaminação;

- Ocupação do solo urbano sem controle do seu impacto sobre o sistema hídrico.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos desse trabalho os métodos foram agrupados em quatro fases:

Primeira fase foi baseada em revisão bibliográfica e levantamento de informações de trabalhos realizados na região, bem como documentos e projetos técnicos encomendados pela prefeitura de Florianópolis (Secretária de Obras, Secretária de Habitação e Saneamento Ambiental e Instituto de Planejamento Urbano) e pela CASAN, assim caracterizando a organização territorial do município de Florianópolis e diagnosticando a atual situação das águas urbanas no distrito do Campeche .Foi utilizado Plano Diretor dos Balneários Lei nº 2.193/85, PMF/IPUF, para compreender a organização espacial da região e seguintes projetos resumidos na tabela:

Tabela 4-Projetos utilizados para o diagnóstico do Distrito do Campeche.

Documento	Orgão	Executor/ano
Projeto Final de Engenharia do Sistema de Esgoto Sanitário do Sul da Ilha	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN	Engevix Engenharia S.A.(2005)
Estudo do Manancial Subterrâneo da Costa Leste - Campeche	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN	EPT Engenharia e Pesquisas Tecnológicas.(2002)
Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do município de Florianópolis – PMISB.	Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental – SMHSA	Empresa MPB Saneamento Ltda (2009)
Projeto de Macrodrenagem do Distrito do Campeche	Secretaria Municipal de Transportes e Obras	Engevix Engenharia S.A.(1999).

Na segunda fase foram analisados os mapas de geologia, espessura da zona não-saturada, áreas de risco de contaminação orgânica, áreas críticas de alagamento, vulnerabilidade do aquífero do Campeche e por intermédio do softwares Autocad 2010 foi desenvolvido o mapa da hidrografia englobando a localização dos canais e valas de drenagem, com base nos mapas fornecidos pela PMF e pela Casan, concluindo assim a caracterização dos aspectos ambientais

relevantes para o trabalho. Para a articulação da rede de drenagem ,foi utilizado o mesmo Softwares, a partir das plantas e memoriais descritivo dos projetos de pavimentação e drenagem das ruas, fornecidos pela Secretaria de Obras. Assim finalizando a parte de mapeamento e diagnóstico das águas do Distrito do Campeche ,.

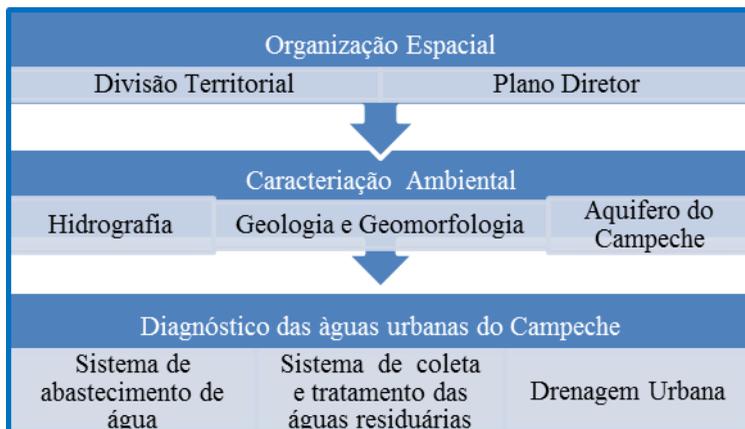
Na terceira fase foi desenvolvido um mapa com o cruzamento dos planos de informação referentes à rede de drenagem executada, à vulnerabilidade do aquífero do Campeche, da localização dos poços de captação de água da CASAN e localização do recursos hídricos. Este mapa síntese permitiu a visualização das interfaces entre os meios físicos avaliados e ao mesmo tempo permitiu identificar conflitos de gestão advindos da falta de integração entre os gestores ligados aos recursos hídricos. Do mapa síntese foi realizado o detalhamento de 6 regiões principais para o estudo : Lagoa Pequena , Riozinho do Campeche, Rio Tavares, Lagoa da Chica, condomínio Norbecker e Morro das Pedras. A partir das conclusões provenientes do estudo do mapas detalhados foram identificadas medidas mitigadoras aplicáveis ao estudo de caso da região do Campeche.

E na quarta fase foi proposto mediadas mitigadoras , com intuito de se remediar e principalmente prevenir futuros impactos da Drenagem urbana nos recursos hídricos.

3.1. Estrutura do Diagnóstico das águas Urbanas no Distrito do Campeche

O Diagnóstico das águas urbanas no Distrito do Campeche foi estruturado segundo o fluxograma abaixo:

-Tabela 4 -Organização do diagnóstico das águas do Distrito do Campeche



3.2. Organização Espacial

O município de Florianópolis possui três divisões administrativas institucionalizadas: os distritos, os bairros e as Unidades Especiais de Planejamento (UEP). O município se divide em 12 distritos, divisões administrativas e operacionais adotadas pela Prefeitura Municipal de Florianópolis, sendo estes desmembrados em 134 UEP, que se constituem em áreas menores provenientes das divisões de territórios com características semelhantes nos distritos. Servem de referência aos projetos municipais para a localização de áreas em leis municipais, representados na Figura 2.

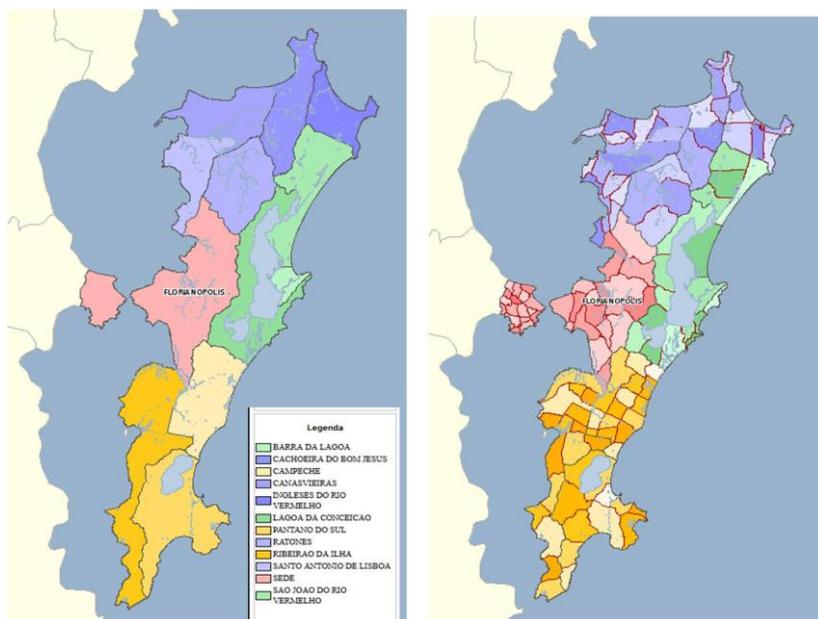


Figura 2- Divisão Distrital e unidades territoriais de planejamento do município de Florianópolis. Fonte: PMF, acessado junho, 2012.

A divisão das UEP's foi caracterizada pelo Atlas Ambiental municipal-Florianópolis:

Segundo o IPUF, adotaram-se como critérios básicos para a definição das UEPs os limites das microbacias hidrográficas, dos distritos municipais, das áreas urbanizáveis não superiores a 4,5 km², e ainda, os limites dos setores censitários adotados pelo IBGE. Assim, um ou

vários setores censitários formam uma UEP; uma ou várias UEPs formam uma microbacia hidrográfica; e uma ou mais microbacias formam um Distrito Administrativo.

Uma quarta unidade territorial de planejamento foi proposta pelo Plano Integrado de Saneamento, seria as Unidades Territoriais de Análise e Planejamento (UTP), figura 3, delimitadas nos limites das Bacias Hidrográficas, pela falta de compatibilidade entre os limites das bacias elementares e os limites dos distritos na maioria dos casos, sendo que está para ser aprovada desde 2009.



Figura 3- Unidades Territoriais de Análise e Planejamento

Portanto institucionalmente a organização territorial de Florianópolis dificulta a aplicação de futuros Planos; Plano de Recursos Hídricos, Plano de Saneamento Básico e Plano de Drenagem Urbana, pois estes se baseiam legalmente que a unidade territorial de planejamento seja baseada na bacia hidrográfica. Outro problema institucional a ser mencionado é o uso do antigo plano diretor que sobrecarrega a região do Campeche e não considera os aspectos ambientais mais relevantes para o uso e ocupação do solo, figura 4. E

acabam por investir dinheiro público em projetos utópicos , como o de Macrodrenagem do Distrito do Campeche, que foi inviável de ser realizado pelo alto custo das indenização para desocupação das casas, pois projetaram os canais baseados no plano diretor, passando por futuras avenidas, em regiões que atualmente estão loteadas.

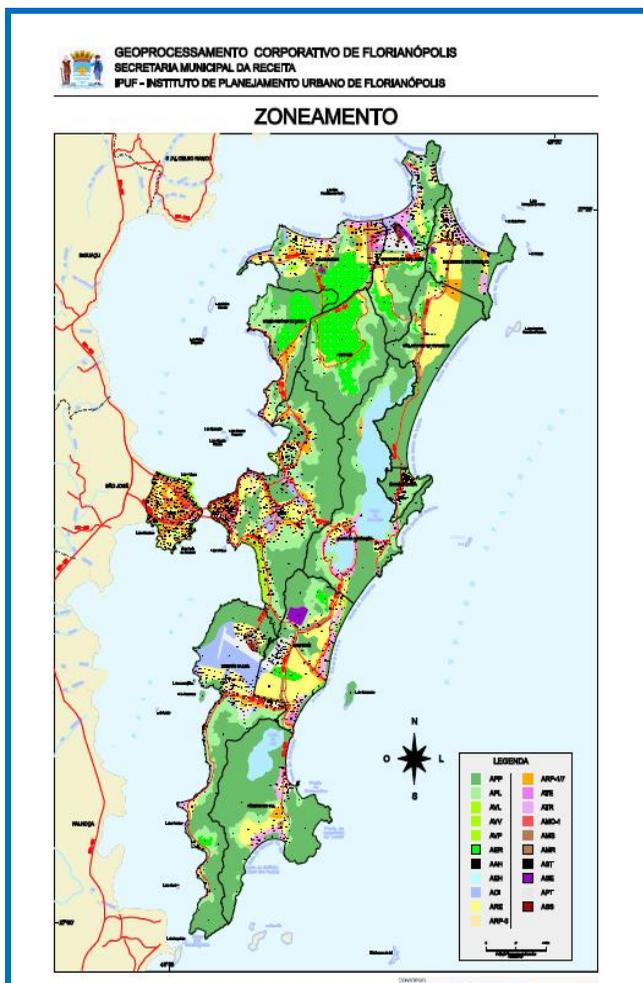


Figura 4-Mapa de zoneamento do Município de Florianópolis. Fonte: PMF-PMISB, Produto-2 (2009).

3.3. Caracterização da área de estudo

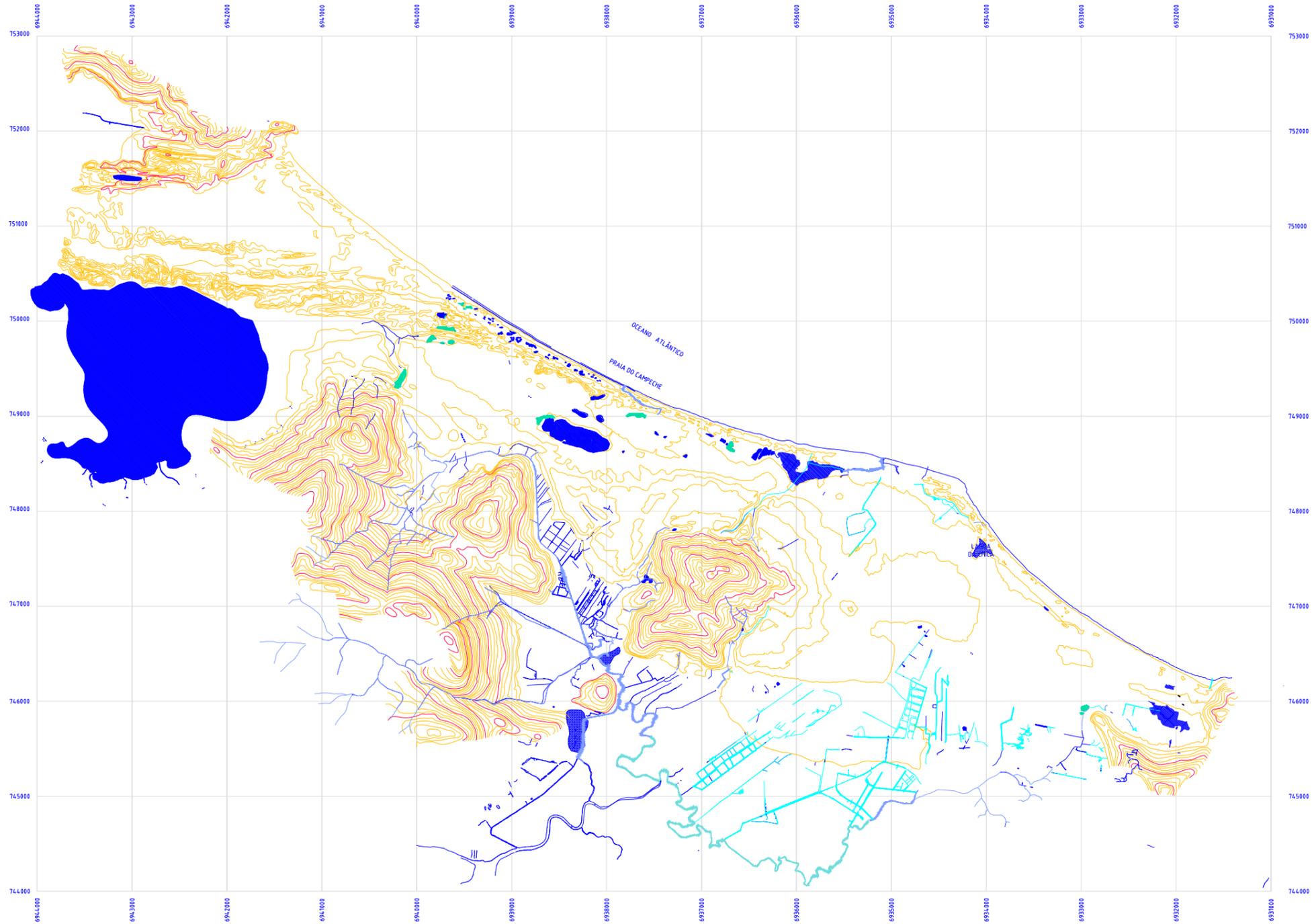
A área selecionada para o estudo de caso foi escolhida baseada nas unidades territoriais de planejamento - UTPs, proposta pelo PMISB, por terem sido delimitadas de acordo com as leis: Lei 9433/97 e pela lei 11445/07, que consideram a Bacia Hidrográfica como unidade planejamento. A área estudada pertence às UTPs que possuem influência direta no Aquífero do Campeche representadas na Figura 5.

O Aquífero do Campeche está sob três UTPs: UTP do Rio Tavares, UTP Morro das Pedras e UTP Lagoa da Conceição. O produto 6 do PMISB, realizou um diagnóstico geral sobre as UTPs, onde foram destacados alguns tópicos importantes para o estudo de caso.

A UTP Rio Tavares engloba várias localidades da cidade, dentre eles Campeche, Tapera e Aeroporto, além do próprio bairro Rio Tavares. Trata-se de uma região bastante complexa, pois abriga dois manguezais, o do Rio Tavares e o da Tapera, considerados áreas de preservação permanente pelo Código Florestal, o que restringe as medidas a serem tomadas na região;

A UTP Morro das Pedras abrange principalmente a Praia do Campeche, sendo o ponto mais crítico a região próxima à praia onde as ocupações acabaram por ocultar o canal que ligava a Lagoa da Chica até o Riozinho do Campeche;

A UTP Lagoa da Conceição possui problemas com tubulações colocadas nos córregos de forma desordenada, realizadas por particulares, provocando alagamentos pontuais. A drenagem da Praia da Joaquina se encontra em boas condições estruturais, porém a questão do esgoto sanitário sendo lançado na rede drenagem é preocupante.

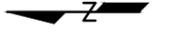


CONVENÇÕES

Convenções Cartográficas

	CURVAS DE NÍVEL AGRICULTURAIS		CANAL		Reservatório
	CURVAS DE NÍVEL MÉTRICAS		CURSOS D'ÁGUA		Curso d'água

NORTE



ARTICULAÇÕES

F

FLORIANÓPOLIS			
Mapa da Hidrografia do Aquífero do Campeche			
ESCALA 1:50.000		FOLHA N° 01	

Figura 6-Hidrografia da área de Estudo

3.4.2. Geologia e Geomorfologia

A geologia foi caracterizada a partir de revisão bibliográfica e do mapa geológico do Aquífero do Campeche, retirado do Estudo do Manancial Subterrâneo da Costa Leste Campeche, Este documento foi encomendado, pela CASAN e teve a finalidade de determinar o correto dimensionamento do sistema de captação de água subterrânea, com a definição das condições ótimas de exploração, a fim de se evitar a salinização das zonas produtoras, estudarem a vulnerabilidade do aquífero e propor medidas de proteção deste. O executor deste estudo foi EPT Engenharia e Pesquisas Tecnológicas. E a geomorfologia também foi baseada em revisão bibliográfica e no Projeto Final de Engenharia do Sistema de Esgoto Sanitário do Sul da Ilha, Este documento foi encomendado pela CASAN e teve a finalidade de projetar a rede de esgoto para a região do Sul da ilha de Florianópolis. O executor deste estudo foi Engevix Engenharia S.A.

A seguir foram sintetizados dos documentos mencionados, os aspectos mais diretamente relacionados com a gestão das águas e da drenagem urbana.

A área de estudo é geologicamente constituída por duas formações principais: o embasamento cristalino representado pelo granito ilha e os depósitos arenosos recentes, formando as unidades geomorfológicas da Serra Litorânea e Planície Costeira, respectivamente.

Entre as formações montanhosas destacam-se o costão da Joaquina/Gravatá, o morro da Costeira do Pirajubaé, o Morro do Lampião e o Morro das Pedras. Entre eles existe uma planície arenosa com dunas moveis e fixas, restingas e formações lagunares. A planície costeira se estende no sentido Leste-Oeste desde a linha de costa nas praias da Joaquina, Campeche e Morro das Pedras com extensão aproximada de 11 km na direção geral NNE-SSW, até o manguezal da Tapera e do Rio Tavares. Esta planície possui como importante característica o solo arenoso frágil, inconsolidado e acumulador de água. (ENGEVIX, 2005)

A figura 6 mostra com maior detalhamento a formação geológica da área que inclui:

(a) Os depósitos marinhos praias, dividido em cordão interno de idade pleistocênica, cujas altitudes atingem de 4 a 6 metros e externo, bem mais recente, de idade holocênica, com altitudes que variam de 6 a

10 metros, ambos representados por areias médias a grossas recobertas por dunas;

(b) Depósitos transicionais lagunares

(c) Depósitos lagunares, com sedimentos siltosos;

(d) Depósitos eólicos, pleistocênicos fixados por vegetação, e holocênicos com areias finas podendo ser ativos ou fixos. Os depósitos mais expressivos estão próximos ao costão da Joaquina onde blocos graníticos avançam para o mar bloqueando os sedimentos trazido pelo vento do quadrante SE. As altitudes nestes locais podem atingir 40 metros;

(e) Depósitos paludiais e turfáceos, representando zonas paleolagunares, são terraços planos, alongados que se situam nas depressões entre os cordões litorâneos, com altitudes de 1 a 1,5 metro, constituindo depósitos de características pantanosas, com formação de turfas;

(f) Depósitos de encostas, são depósitos coluvionares antigos que se estendem das encostas dos morros até as proximidades dos campos de dunas, relacionados ao Terciário/Quaternário, composto de sedimentos grossos, com seixos esparsos e matriz siltico-argilosa (CASAN, 2002).

Analisando o mapa, pode-se perceber ainda a presença, dentre as formações sedimentares, dos depósitos: (g) Sambaquis, depósitos antropogênicos, de povos pré-históricos que ocupavam o litoral antes dos tupi-guarani, constituídos de conchas de bivalves; e (h) depósitos de Manguezais, constituídos de sedimentos finos, ricos em matéria orgânica.

O embasamento cristalino é representado pelo (i) Granito Ilha, pertencente à Suite Intrusiva Pedras Grandes; (j) Riolito Cambirela, correspondem a intrusões de rochas ígneas vulcânicas e rochas piroclásticas de caráter ácido e ainda; (k) Granitóide São Pedro de Alcântara. Estes formam a serra litorânea que apresentam aspecto de crista com topos angulosos ou côncavos e as encostas com declividades acentuadas. Apresentam vales encaixados e pouco profundos em forma de “v”. (CECCA, 1997)

A

B

C

D

E

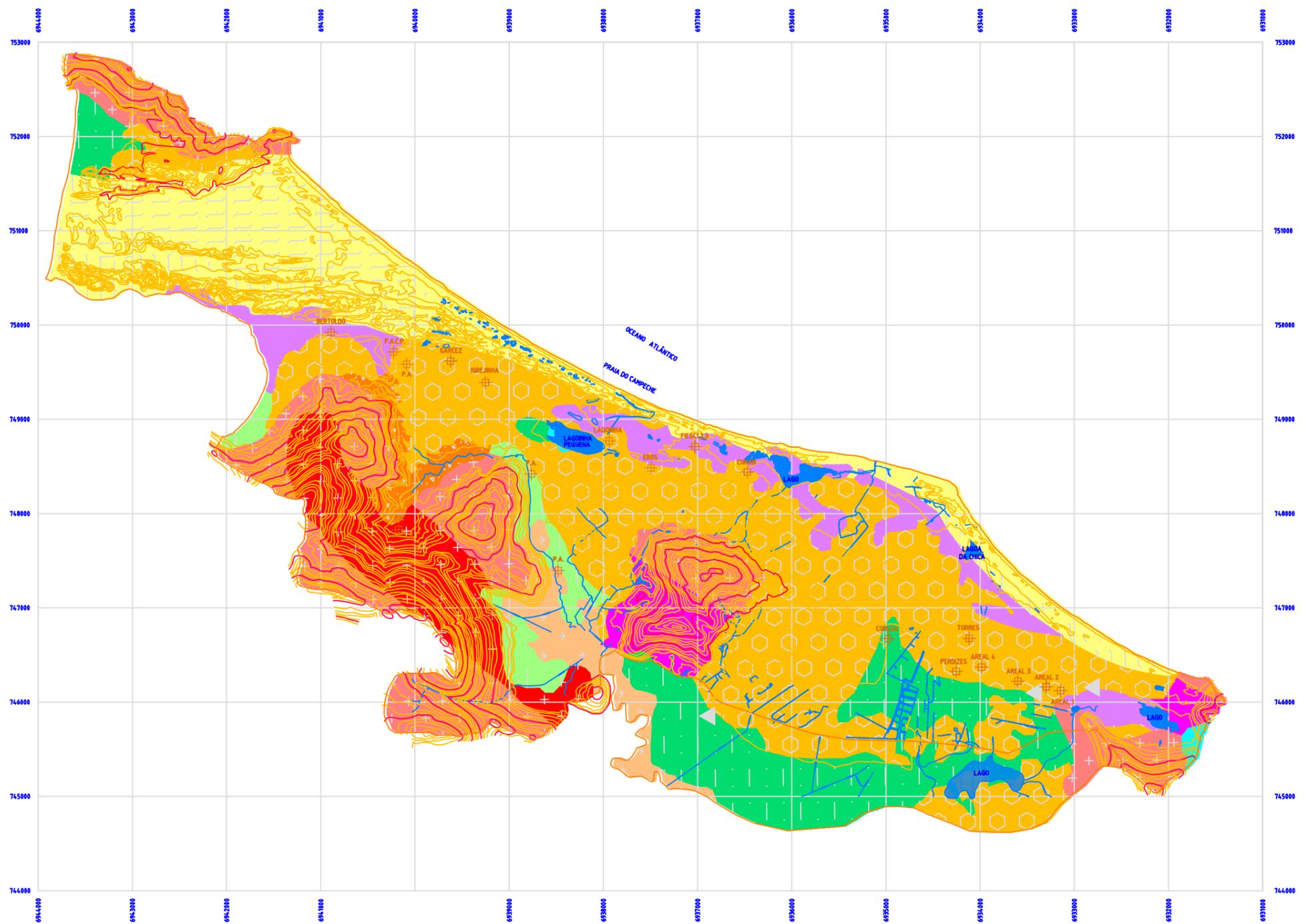
A

B

C

D

E



- LEGENDA**
- CENOZÓICO**
- QUATERNÁRIO**
- FEIÇÕES EROSIONAIS OU DEPOSICIONAIS RELACIONADA AOS DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS
- ▲ SAMBAQUIS – depósitos antropogênicos
- HOLOCENO**
- DEPÓSITOS DE MANGUEZAIS – Constituídos por sedimentos finos, ricos em matéria orgânica e diversificada vegetação
 - DEPÓSITOS DE PALUDIAIS E/OU TURFACEOS – zonas paleolagunares.
- HOLOCENO E/OU PLEISTOCENO**
- DEPÓSITO EÓLICO – ativos fixados por vegetação arbustiva
 - DEPÓSITO LAGUNARES – Representam sedimentos relacionados aos ambientes lagunares, onde apresentam –se predominantemente arenosos nas partes marginais, e siltosos nas partes mais centrais e profundas do corpo lagunar.
 - DEPÓSITOS TRANSICIONAIS LAGUNARES – depósitos arenosos marinhos areno-siltoso silito-arenoso
 - DEPÓSITOS MARINHOS PRAIAS – cordão externo (coberto por depósitos eólicos e recoberto depósitos de turfas), cordão interno (recobertos por depósitos eólicos e em alguns locais interdigitam-se com depósitos de encostas).
- TERCIÁRIO/QUATERNÁRIO**
- PLIOCENO/HOLOCENO**
- DEPÓSITOS DE ENCOSTAS – sedimentos de origem continental e por vizes com contribuição fluvial
- PROTEROZÓICO SUPERIOR AOA EO-PALEOZÓICO (CICLO TECTÔNICO BRASILINO)**
- PÓS-TECTÔNICO**
- SUITE VULCANO-PLUTÔNICA CAMBIRELA**
- RIOLITO CAMBIRELA – derrames e intrusões de rochas ígneas vulcânicas e rochas piroclásticas de caráter ácido
- SUITE PEDRAS GRANDES**
- GRANITO ILHA – monzogranito a biotita. Sienogranitos e leucosienogranitos
- TARDI-TECTÔNICO**
- GRANITÓIDE SÃO PEDRO DE ALCANTARA – monzogranitos e granodioritos

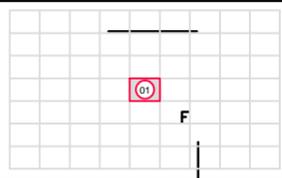
CONVENÇÕES

Convenções Cartográficas			
	RODA		DIQUE
	FERROVIÁRIA		LAGO
	RIO		VAZÃO
	CONTORNO		FRONTEIRA
	ALÇURA		ALÇURA
	ALÇURA		ALÇURA

NORTE



ARTICULAÇÕES



ESCALA DE CONSULTA



COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO
FLORIANÓPOLIS

Mapa Geológico do Aquífero do Campeche

ESCALA 1:50.000

FOLHA Nº

FOLHA

1

2

3

4

5

6

Figura 7-Geologia da área de estudo.

3.4.3. Aquífero do Campeche

Descrição do Aquífero do Campeche

O aquífero do Campeche, abrange aproximadamente 39,2 km², ocupando parte do Distritos do Campeche, e sobre a metade leste do Distrito da Lagoa da Conceição. A porção setentrional da área em estudo tem seus limites nos Costões graníticos da Praia da Joaquina e na própria Laguna da Conceição. Mais a oeste encontra-se o cinturão de morros graníticos formado pelos Morros Canto da Lagoa (306m), Morro do Sertão (320m) e Morro do Badejo (241m). Na porção meridional da área os limites são formados igualmente pelo alinhamento do Morro das Pedras (77m), Morro do Ribeirão (440m) e Morro da Chapada (532m).(CASAN , 2002).

O aquífero é predominantemente livre, composto por areias finas a médias, com intercalação descontínua de níveis areno-argilosos. É recarregado principalmente por infiltração direta da precipitação e sua recarga artificial é advinda dos sistemas locais de disposição de efluentes domésticos (sistemas sépticos) e das perdas do sistema de abastecimento, embora relevantes, figuram em um segundo plano.

O aquífero em alguns trechos é muito susceptível ao armazenamento e contaminação por águas superficiais de baixa qualidade, provenientes de efluentes domiciliares ou derramamento na superfície de líquidos não potáveis, devido a sua composição e lenta velocidade do fluxo de infiltração.

Conforme BORGES (1996), do ponto de vista hidrogeológico o aquífero pode ser dividido em três compartimentos distintos:

Com relação ao primeiro compartimento manto de alteração das rochas do embasamento formando um aquífero - ocorre porque os sedimentos são predominantemente argilosos, além de possuir o terreno de declividade acentuada que favorece a maior ocorrência de escoamento superficial sobre a infiltração e conseqüentemente, ocorre muito pouca alimentação do lençol freático por estas águas.

Segundo compartimento sedimentos arenosos que originam o aquífero está separado do primeiro pela linha de fluxo nulo ou seja, o local onde não há contribuição de água subterrânea do compartimento aquífero para o aquífero.

Terceiro compartimento camada confinante composta por argilas de cor cinza escura a verde desenvolve-se na porção basal do aquífero, formando um aquíclode.

Por sua natureza costeira, o aquífero estudado está sujeito à intrusão salina, ou seja, à penetração de água do oceano ilha adentro. Tal fenômeno ocorre com o rompimento do equilíbrio hidrodinâmico entre as massas de água doce e salina no aquífero, provocado pelo bombeamento de poços tubulares próximos à linha de costa.

3.4.4. Estudo da Vulnerabilidade do Aquífero do Campeche

O estudo da vulnerabilidade do aquífero foi baseado no Estudo do Manancial Subterrâneo da Costa Leste – Campeche, este documento foi encomendado, pelos CASAN e teve a finalidade de determinar o correto dimensionamento do sistema de captação de água subterrânea, com a definição das condições ótimas de exploração, a fim de se evitar a salinização das zonas produtoras, estudar a vulnerabilidade do aquífero e propor medidas de proteção deste. O executor deste estudo foi EPT Engenharia e Pesquisas Tecnológicas. O estudo de vulnerabilidade do aquífero que será apresentado foi baseado em duas metodologias: GOD e DRASTIC.

A metodologia GOD é baseada na avaliação de três fatores:

- tipo de ocorrência da água subterrânea (grau de confinamento); (**G** = *Groundwater occurrence*);
- características, em termos litológicos, grau de consolidação dos estratos acima da zona saturada; (**O** = *Overall lithology*);
- profundidade do nível freático, ou do topo do aquífero confinado. (**D** = *Depth to groundwater*).

De acordo como fluxograma apresentado na figura 8.

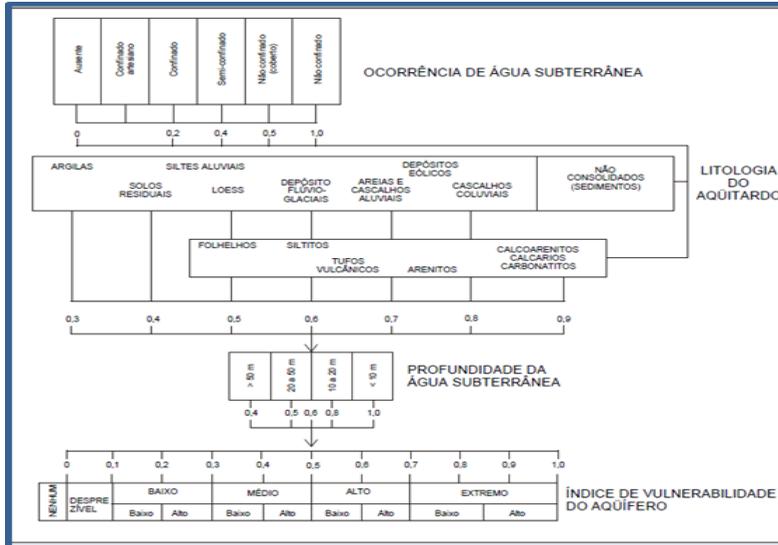


Figura 8-Sistema de avaliação do Índice GOD de Vulnerabilidade do Aquífero.

A metodologia DRASTIC, segundo Monteiro *at al* (2008) é um sistema paramétrico de avaliação que inclui sete características hidrogeológicas somadas de forma ponderada: D (profundidade do topo do aquífero), R (recarga), A (material do aquífero), S (Tipo de Solo), T (declividade), I (influência da zona vadosa) e C (condutividade hidráulica). Portanto, baseia-se no princípio da operação com planos de informação geográficas em ambiente de geoprocessamento, sendo que cada um destes planos representa parâmetros mapeáveis e influentes na composição final.

O DRASTIC permite encontrar um valor numérico para cada ponto da área de trabalho de acordo com a seguinte equação:

$$\text{DRASTIC} = (D_i \times D_p) + (R_i \times R_p) + (A_i \times A_p) + (S_i \times S_p) + (T_i \times T_p) + (I_i \times I_p) + (C_i \times C_p) \quad (1)$$

Onde *i* é valor atribuído ao parâmetro e *p* o seu peso. A cada um dos parâmetros atribui-se valores *i* que variam de 1 a 10 cujo valor se relaciona diretamente com o potencial de poluição e um peso *p* que varia de 1 a 5.

Da resolução da equação do índice de vulnerabilidade, Equação 01, para todas as áreas elementares de mapeamento ou “pixels”, que no caso do Campeche, foi definido como sendo de 10 m²

No estudo encomendado pela CASAN, os elementos descritores A, S, I e C da metodologia original foram agrupados em um plano de informação de geologia, G. Este agrupamento foi realizado devido aos seguintes fatores :

- O tipo de aquífero em sub-superfície não varia na região estudada, logo o elemento A torna-se constante;
- As espessuras da zona não-saturada são muito pequenas, e sua constituição granulométrica bastante homogênea, portanto a atenuação, I, pode ser considerada constante;
- As condutividades medidas nos ensaios de bombeamento pertencem a uma mesma classe de variação, portanto, para efeitos de vulnerabilidade, foi adotado um valor constante para toda a região modelada;

O tipo de solo é função dos processos geológicos mais marcantes e recentes, portanto adotou-se a geologia como principal fator. Na tabela 5 são apresentados os fatores adotados no desenvolvimento vulnerabilidade do aquífero do Campeche.

Tabela 5 Indicadores DRASTIC modificados para aplicação no Sistema Aquífero de Campeche

Elemento Descritor	Peso	Discretização / Intervalos de Classe/ Valor do Aributo
Espessura da Zona N-Saturada (D)	5	0 m - 1,00 m - 10 1,00 m - 2,00 m - 9 2,00 m - 3,00 m - 7 3,00 m - 4,00 m - 5 4,00 m - 5,00 m - 3 > 5,00 m - 1
Recarga (R)	4	Contribuição anual nula - 1 Contribuição anual (0mm - 300mm) - 5 Contribuição anual (>300mm) - 9
Topografia (T)	2	Intervalo de cotas (0 - 12,00 m) - 9 Intervalo de cotas (12,00 m - 24,00 m) - 8 Intervalo de cotas (24,00 m - 36,00 m) - 7 Intervalo de cotas (36,00 m - 48,00 m) - 5 Intervalo de cotas (48,00 m - 60,00 m) - 3 Intervalo de cotas (> 60,00 m) - 1
Geologia (G)	3	Embasamento e depósitos coluviais - 1 Depósitos lagunares/banhados - 5 Depósitos marinhos praias/eólicos - 9

Fonte: CASAN (2002).

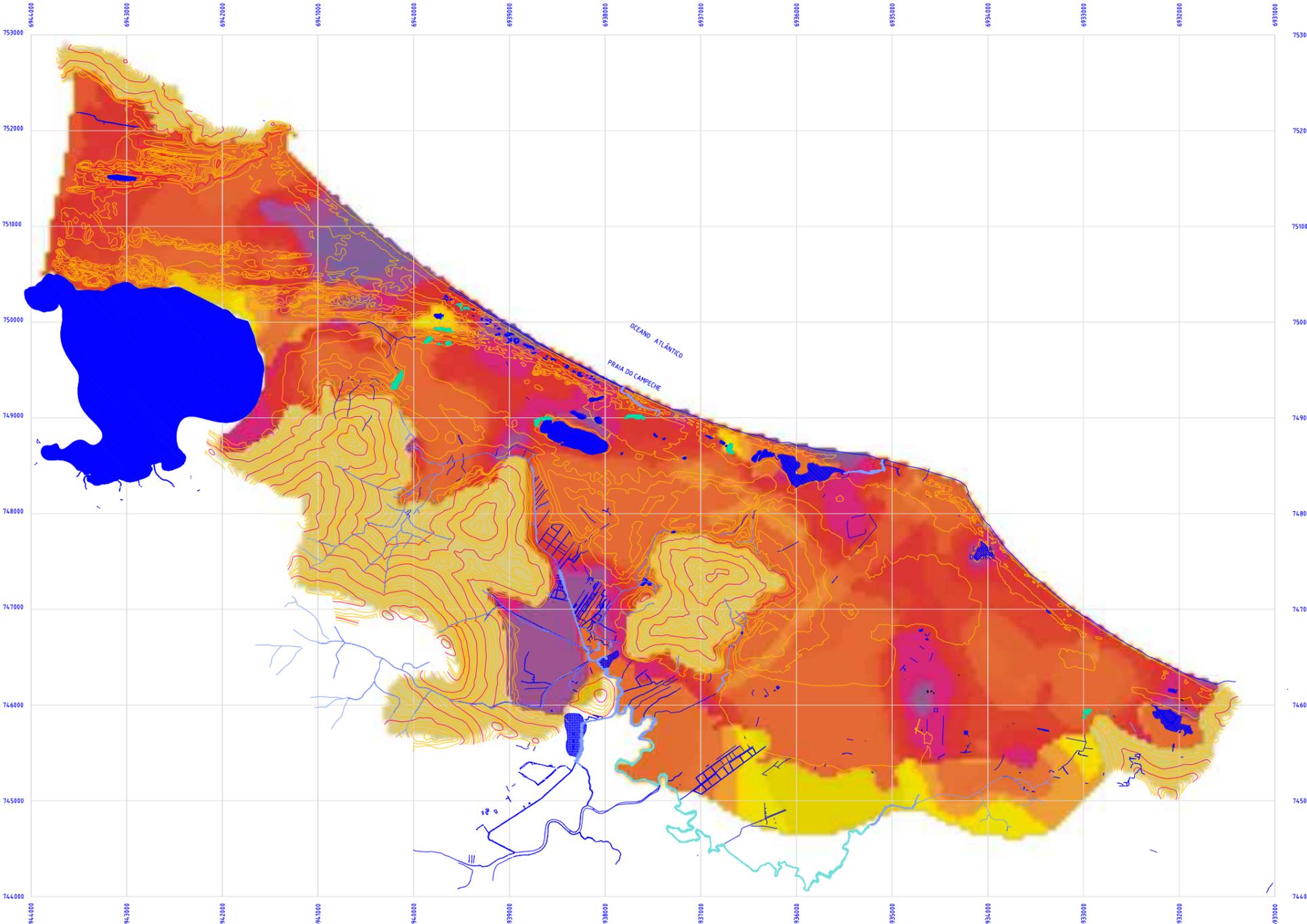
Assim o metodologia adaptada, resumiu a equação1, na seguinte equação:

$$\text{Índice de Vulnerabilidade} = vD(5)+vR(4)+vG(3)+vT(2).$$

Sendo que cada um destes parâmetros representa uma camada, ou um mapa, dividido em classes de valores desenvolvendo uma operação básica da modelagem em ambiente de geoprocessamento. Obtendo como produto final o Mapa de vulnerabilidade natural do aquífero do Campeche, apresentado na figura 9.

Portanto pela metodologia GOD, o sistema aquífero costeiro do Campeche, apresenta índice de vulnerabilidade natural igual a 0,8 , dentro da faixa de extremo, variando de baixo a alto, sendo que algumas porções do aquífero acentua-se a vulnerabilidade principalmente em função dos seguintes fatores:

- Zonas com muito baixa espessura de zona não-saturada, ou seja, água subterrânea semi-aflorante, com baixíssima capacidade de atenuação;
- Zonas de recarga, principalmente nas zonas de dunas móveis e fixas.



LEGENDA

- Vulnerabilidade Extremamente Baixa
- Vulnerabilidade Baixa
- Vulnerabilidade moderada
- Muito Vulnerável
- Extremamente Vulnerável

Fonte: Base cartográfica IPUF/ 1998

CONVENÇÕES

Convenções Cartográficas

- CURVAS DE NÍVEL AGRÍCOLAS
- CURVAS DE NÍVEL MESTRAS
- CURSOS D'ÁGUA
- Barragem
- Cursos d'água

NORTE



ARTICULAÇÕES



FLORIANÓPOLIS

Mapa de Vulnerabilidade do Aquífero do Campeche

ESCALA 1:50.000

FOLHA Nº 01

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Diagnóstico das águas urbanas do Distrito do Campeche

O Diagnóstico das águas urbanas do Distrito do Campeche foi baseado no Plano Diretor de Florianópolis, nos projetos da PMF e da CASAN sintetizados anteriormente, bem como da análise de mapas e imagens de satélite da região. Inicialmente foram contextualizados alguns princípios do planejamento urbano e como se encontra legalmente os recursos hídricos no plano diretor do município de Florianópolis. Então a partir disto foi realizado o diagnóstico das águas do Campeche, com ênfase na drenagem urbana e nos recursos hídricos.

O planejamento urbano integrado ao plano de saneamento básico e a gestão dos recursos hídricos, deve-se ter alguns princípios sustentáveis para o desenvolvimento urbano da Bacia Hidrográfica. Segundo Tucci (2005):

“O abastecimento de água deve ser realizado de fontes confiáveis que não são contaminadas a partir de outras fontes de montante. O esgoto sanitário deve ser coletado e tratado para que a água utilizada não esteja contaminada e o sistema hídrico tenha condições de se recuperar. A drenagem urbana deve preservar as condições naturais de infiltração, evitar transferência para jusante de aumento de vazão, volume e carga de contaminação no escoamento pluvial e erosão do solo. Os resíduos sólidos devem ser reciclados na busca da sustentabilidade e da renda econômica desta riqueza e a disposição do restante deve ser minimizada.”

Nas normas relativas às áreas de usos não urbanos, do Plano Diretor de Uso e Ocupação do Solo do Distrito Sede do Município de Florianópolis, institui que :

§ 3o - Nos mananciais, nascentes, áreas de captação d'água, faixas sanitárias e faixas marginais dos corpos d'água, é proibida a supressão de vegetação de qualquer porte, o lançamento de qualquer efluente não tratado, o emprego de pesticidas, inseticidas e

herbicidas, e a realização de cortes, aterros ou depósitos de resíduos sólidos.

Porém este está em processo de aprovação desde 2007, no Anteprojeto de Lei Plano Diretor Desenvolvimento Sustentável de Florianópolis, sendo complementada pelas: Política de Manejo Sustentável das Águas do Território Municipal :

§ 1º. “... consiste em implantar as tecnologias mais avançadas e os critérios de manejo mais conservativos a fim de diminuir a necessidade de transportar água do continente, mediante a captação de água da chuva, sua reutilização nos serviços domiciliares, a diminuição das perdas de água nos serviços e a utilização de águas tratadas dos esgotos sanitários para a rega, de maneira a preservar as bacias hidrográficas e as áreas de banhado e mangue.”

Esta política seria implementada através dos seguintes programas:

- a) programa de uso para a proteção, vigilância, manutenção e recuperação de margens de cursos de água, áreas sujeitas à inundação, mananciais, áreas de alta declividade e cabeceiras de drenagem;
- b) programa de macrodrenagem urbana incluindo a prevenção e restrições para o uso de áreas inundáveis e de risco;
- c) programa de captação e reaproveitamento das águas pluviais nas edificações;
- d) programa de manejo sustentável das águas subterrâneas, superficiais e costeiras, através de estudos e legislação adequados;
- e) programa de permeabilidade do solo das áreas urbanas;

Atualmente o serviço público de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no município de Florianópolis é executado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN, através de

concessão da Prefeitura Municipal mediante convênio firmado em 1977. O abastecimento de água operado pela CASAN é feito através de três diferentes sistemas de distribuição: Sistema Integrado de Abastecimento de Água, Sistema Costa Norte e Sistema Costa Leste-Sul.

O Sistema Costa Leste/Sul, a partir de 1985 até a implantação da ETA Lagoa do Peri era abastecido pelos poços artesianos perfurados ao longo do Aquífero. Segundo o diagnóstico realizado em 2007 para subsidiar o plano diretor participativo de Florianópolis, este sistema utiliza o manancial da Lagoa do Peri e conta ainda com dois sistemas auxiliares: a) A captação do Rio Tavares. b) Captações Subterrâneas através de 13 Poços, dos quais 3 poços estão em funcionamento e os demais poços são reservas técnicas. As principais localidades atendidas pelo sistema costa leste-sul são: Lagoa da Conceição, Barra da Lagoa, Campeche, Morro das Pedras, Pântano do Sul, Armação, Ribeirão da Ilha, Caieira da Barra do Sul Tapera e Pedregal.

O manancial Rio Tavares possui uma área de bacia de contribuição de 2,36 Km², com vazão média de 51,57 l/s e vazão captada de 20l/s. Sofrendo maior taxa de degradação a partir da SC 405, onde ocorre lançamento de esgoto e depósito de resíduos sólidos.

Na tabela 6 são apresentadas as características dos poços de captação de água da CASAN, e na figura 10 a localização destes no aquífero do Campeche.

Tabela 6-Poços de captação de água.

Poço/Apelido	NE Médio(m)	ND Médio (m)	Prof. (m)	Vazão Média (m ³ /h)
Areias I	5,35	9,25	34,00	40
Areias II	6,00	11,50	36,00	30
Areias III	6,00	14,73	39,60	60
Areias IV	-	-	-	52
Coruja	4,70	9,70	44,00	40
Torres	4,60	11,30	36,00	49
Perdizes	-	-	-	60
COHAB	-	-	-	41
Lagoinha	1,75	8,00	39,50	45
Eros	1,90	10,00	39,50	45
Garcez (Igreja de Pedra)	-	-	-	36
Bertoldo	1,45	10,65	47	36
Village	-	-	-	36

Fonte: CASAN, 2005

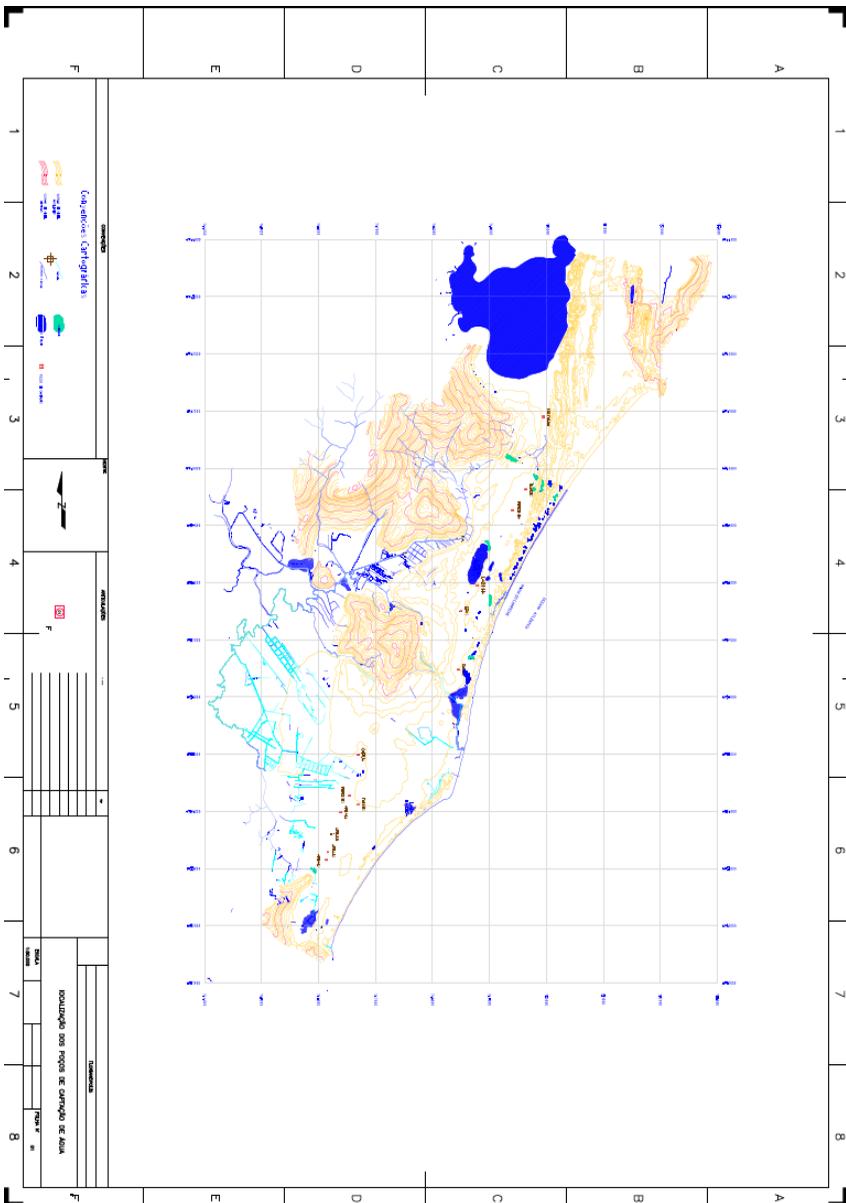


Figura 10- Localização dos Poços de Captação

Nas áreas de Florianópolis onde ainda não existe rede coletora de esgoto sanitário, este é tratado através de sistemas individuais através de fossas sépticas, filtros anaeróbicos e sumidouros ou valas de infiltração. Porém, grande parte da planície é inundável (charcos, pântanos, lagoas e manguezais) e está a baixas altitudes, potencializando a saturação do lençol freático e os alagamentos generalizados após frequentes chuvas, que cronicamente impõem o refluxo das fossas domésticas em muitas residências da região. Na figura 11 é identificado as áreas de risco de contaminação do manancial subterrâneo do Campeche, coincidentes com as áreas de maior ocupação urbana, mas de acordo com o mapa de vulnerabilidade e de localização do poços da Casan, estas áreas não se sobrepõem.

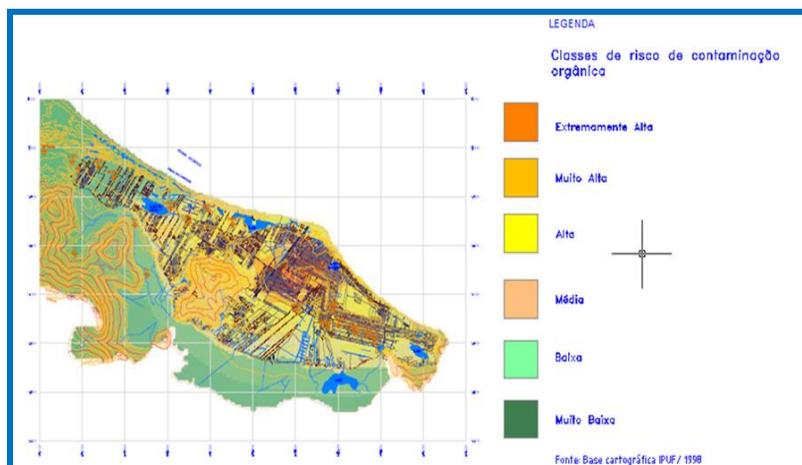


Figura 11-Cargas de contaminação orgânica no Aquifero do Campeche.
Fonte: CASAN,2002)

Para remediar esta situação iniciou-se em 2010, o projeto de Esgotamento sanitário para o Distrito do Campeche, sendo que das 18 (dezoito) sub-bacias projetadas as Sub-bacia 8 e 10 estão em fase de implantação (figura 12), descritas a seguir:

- SUB-BACIA 08 / Av. Pequeno Príncipe – Rua do Gramal – Rua Aureoreal: a área de abrangência desta sub bacia alcança grandes trechos da Avenida Pequeno Príncipe, as ruas do Gramal, Aureoreal e várias outras, contemplando a localidade de Jardim Eucaliptos e Jardim Castanheiras. Possui elevada densidade populacional, com vários estabelecimentos comerciais, e nela situa-se a Lagoa da Chica.

- SUB-BACIA 10 / Avenida do Campeche Riozinho: a área de abrangência desta sub-bacia contempla os moradores instalados ao longo do segmento de trecho da Avenida Campeche a partir da Avenida Pequeno Príncipe. Nesta sub-bacia situam-se o Centro Comunitário do Campeche e construções históricas como a Igreja São Sebastião .



Figura 12- Sub-bacias de esgotamento sanitário em processo de execução.
Fonte: CASAN, 2005(acessado em 2012).

Outro fator importante a ser analisado na infraestrutura urbana e um dos focos principais desta pesquisa é a relação da drenagem urbana com os recursos hídricos. Segundo o PMISB o sistema de drenagem de Florianópolis se aproveitou em grande parte dos córregos naturais como forma de solucionar o escoamento das águas pluviais, conseqüentemente degradando estes. A principal causa das inundações é a ineficiência sistema de drenagem concomitante à uma ocupação desordenada, além dos inúmeros bloqueios no caminho natural das águas (Engevix,1999).

O uso inapropriado das medidas estruturais como retificação e/ou canalização de trechos dos rios e a falta de manutenção dos canais e das

caixas de captação presentes na rede agravam os problemas da drenagem local. Por exemplo, na região da Rod. SC-405 descem vários canais que tem sua foz no Manguezal do Rio Tavares, existe um canal tubulado por particulares de maneira subdimensionada, criando zonas de alagamento por toda a região mais baixa do canal, resultando numa redução da capacidade de escoamento da água. Este tipo de alteração nos rios pode ser visualizados nas imagens aéreas de 1938, 1957, 1977 e 2007, representadas na figura 13, á região entre á UEP Sertão da Costeira e Fazenda do Rio Tavares.

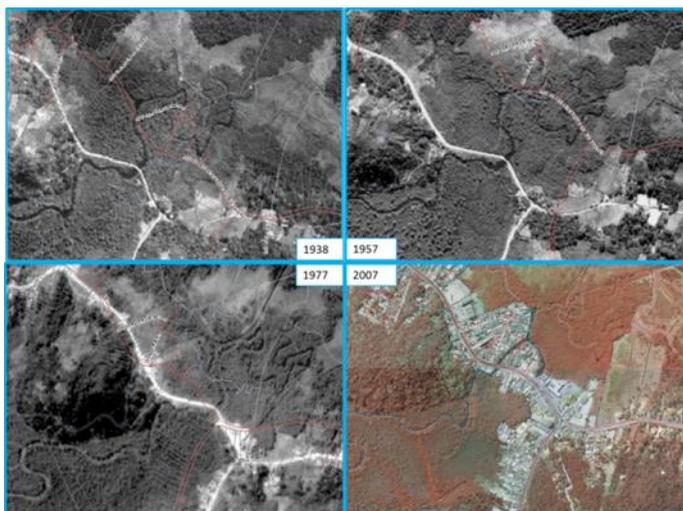


Figura 13- Alterações ocorridas no Rio Tavares.

Fonte: Geoprocessamento cooperativo-PMF. (acessado em 2012).

Os pontos mais críticos da UTP do Rio Tavares e do Morro das Pedras, dos canais de macrodrenagem, foram apresentados na figura 14, pelo PMISB no produto 6-Diagnóstico da Drenagem urbana: a Rua Pau de Canela, lagoa da Chica, Riozinho do Campeche, área de banhado próximo a Rua Francisco Vieira, a região da Rua Olindina Lopes e um trecho da SC 405 próxima a Rua Laura Duarte.

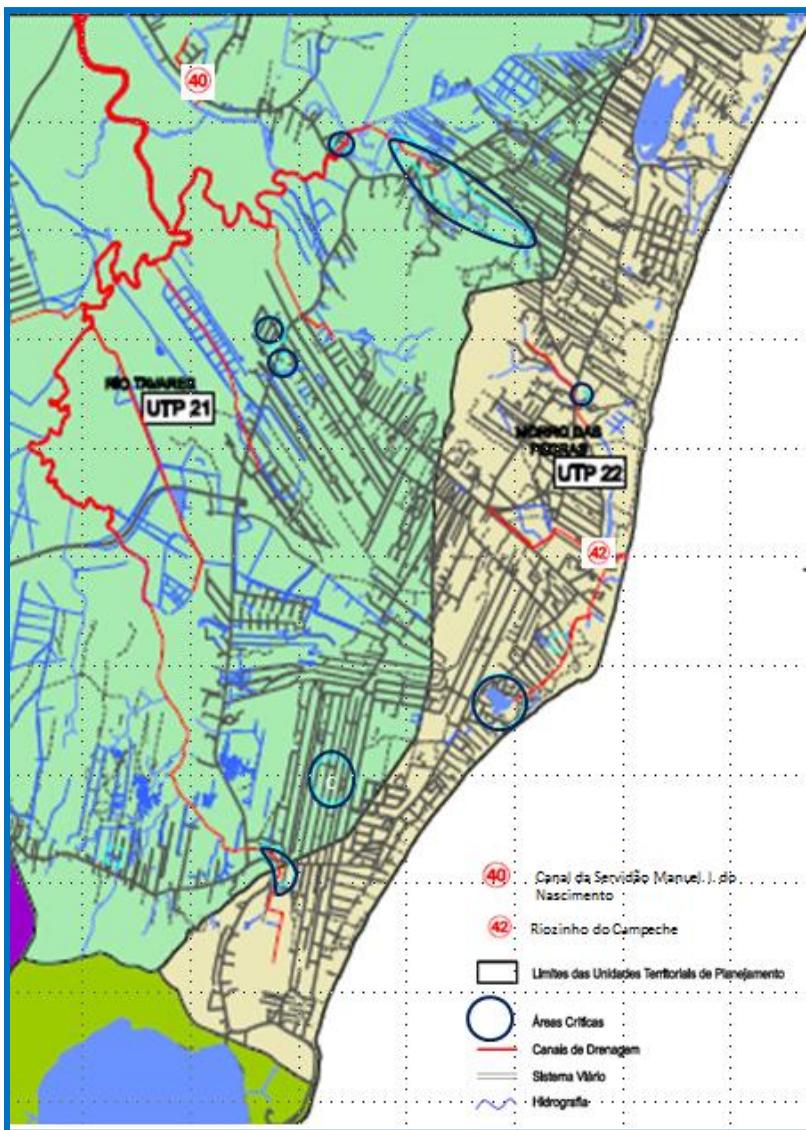


Figura 14- Canais de Macrodrenagem. Fonte: PMISB.

A drenagem urbana da região não possui nenhum cadastro da rede de microdrenagem e macrodrenagem, segundo Becker (2006), a realização de um cadastro é de suma importância para:

- Administração das informações: Cadastro da rede de micro e macro drenagem; cadastro das áreas de inundações; Cadastro da vazão; cadastro dos elementos como, caixa de inspeção, caixa de ligação; cadastro da localização de áreas com estrangulamento dos rios; conferência e execução de lançamentos nos cadastros da rede.

- Padronização do cadastro: Coordenar e subsidiar os departamentos na implantação padronizada da sistemática do cadastramento das redes de drenagem.

- Interface com outros órgãos: Coordenar o entrosamento com concessionárias de serviços públicos, empresas particulares, órgãos públicos e demais unidades do serviço, no que diz respeito às informações cadastrais e ou análise interferência.

- Acompanhamento de obras: Acompanhar as obras em execução, apresentando elementos cadastrais.

- Controle de qualidade: Controlar a qualidade e garantir a apresentação dos cadastros de novas obras ou modificações em sistemas de drenagem.

- Implantação e manutenção de bancos de dados: Coordenar a implantação e a manutenção dos bancos de dados dos elementos constituintes dos cadastros das redes de macro e micro drenagem.

No município de Florianópolis o sistema de drenagem é realizado concomitantemente com as obras de pavimentação, sendo que o responsável por estes projetos e execução é a Secretária de Obras da PMF. Os projetos destas obras encontram-se de forma desarticulada, não possuindo nenhum mapa da rede de drenagem da região. Portanto foi desenvolvido um mapa a partir dos projetos avulsos de cada rua da região, fornecido pela secretária de obras da PMF.

Estes arquivos fornecidos englobavam todos os projetos de drenagem, até mesmo aqueles que ainda não foram implantados, assim foram analisadas imagens do Google Earth e idas ao campo para se estruturar a rede condizente com a realidade atual.

O sistema drenagem é formado basicamente por medidas estruturais: valas, canais e tubulações. E possuem como dispositivos acessórios caixa de captação (anexo 2), caixa de captação do tipo sumidouro (anexo 3), caixa de acumulação e infiltração (anexo 4) e caixas de junção (anexo 5).

O efluente pluvial, com alto índices de poluentes, são lançados no mangue do Rio Tavares, ou sofrem processo de infiltração, através dos sumidouros de drenagem. Além disso, alguns canais acabam por desfragmentar a faixa de dunas, da praia do Campeche (ENGEVIX ,1999).

4.2. Análise dos impactos do manejo das águas pluviais nos Recursos Hídricos.

4.2.1. Cruzamento dos Planos de Informações

Após ter sido desenvolvido o mapa com a rede de Drenagem do Campeche, realizou-se a sobreposição deste no mapa de vulnerabilidade do aquífero do Campeche, desenvolvido e detalhado pela CASAN (2002), gerando a figura 15, com uma visão panorâmica da situação e vários mapas recortes detalhados das zonas de maior vulnerabilidade, para se analisar as interfaces da rede pluviais e das águas superficiais e subterrâneas.

As características principais analisadas foram as medidas estruturais utilizadas para o lançamento da rede de drenagem, a descrição dos possíveis impactos destes nos corpos de água :rios, lagoas e regiões alagadiças, bem como seus impactos nos mananciais subterrâneos. Além disto , foi avaliado o uso de retificação dos canais e sua influência na hidrografia da região e o aumento de inundações devido a canalização de trechos de rios, realizados aleatoriamente por particulares.

Figura 15-Rede de Drenagem sobreposta ao mapa de vulnerabilidade do aquífero.

4.2.1. Análise detalhada das Zonas de maior Vulnerabilidade

4.2.1.1. Região1- Lagoa Pequena

A Lagoa Pequena, cuja superfície total (incluindo a parte colmatada) é de aproximadamente 186.372 m², representa o mais importante afloramento do lençol freático da Planície do Campeche e, do ponto de vista hidrogeológico, constitui uma das sub-bacias mais importante, da Ilha de Santa Catarina (BARBOSA et al, 1999).

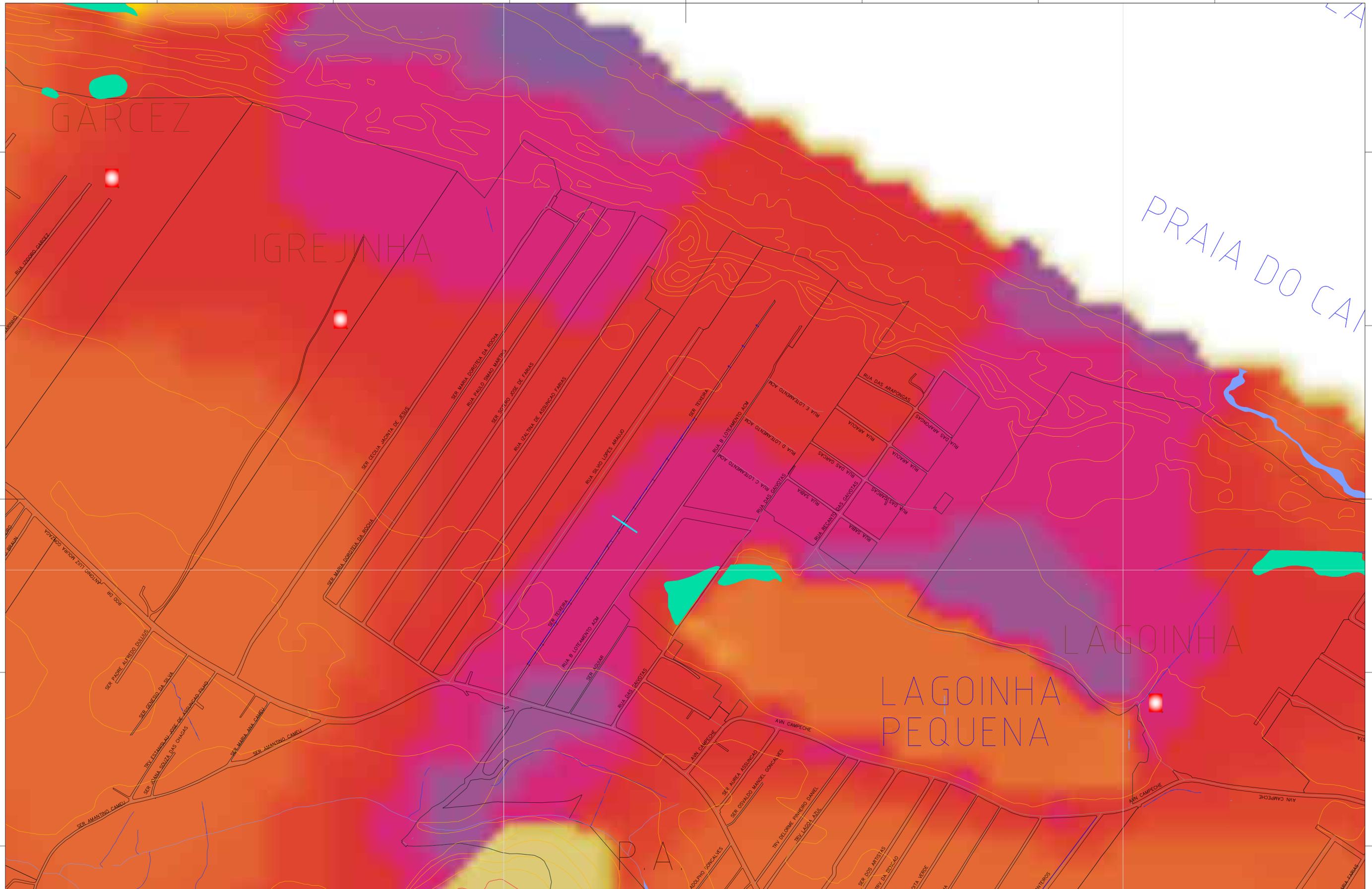
A região1-Lagoa Pequena esta representada na Figura 16, esta possui em sua margem um poço de captação de água para abastecimento e mais dois próximos a sua área de influencia, quando a lagoa inunda e ocupa o leito secundário a água escoam por um canal a sudeste da lagoa e entre dunas formando brejos que lentamente escoam para o Rio do Noca (riozinho) para atingirem a praia do Campeche.

De 1998 á 1999 foi diagnosticado pelo projeto de extensão da UFSC “Adote uma lagoa” alguns problemas de degradação ambiental dos recursos hídricos superficiais na região da Lagoinha Pequena, que englobam problemas de aterramento dos corpos de água superficiais á drenagem dos mesmos, dentre outros , como:

- o aterramento na parte Norte da Lagoinha, para a construção de vias de acesso aos loteamentos implantados de forma clandestina vigente;
- a ocupação da faixa sanitária do entorno da mesma (cuja largura legal é de 100 metros e sua função é proteger o ecossistema da Lagoinha), por grande número de construções, ocupando a totalidade da referida faixa nas margens Oeste, Norte e Nordeste;
- o desmatamento da vegetação de restinga (por parte de antigos agricultores e, recentemente, por empresários ambiciosos e contraventores), o que contribuiu para acelerar o processo de
- colmatção das lagoas existentes na área;
- a abertura do canal de drenagem , ocasionando o rebaixamento do nível freático

do complexo lagunar da área, que até hoje não se restabeleceu, provocando, notadamente, desequilíbrio no ecossistema..

A caracterização detalhada da rede não foi possível por falta de dados fornecidos pela PMF. Porém, a partir das imagens do google Earth, foi identificado as ruas pavimentadas e assim vinculadas a uma possível rede de drenagem, sendo informado pela secretária de obras que se utilizam sumidouros de drenagem com infiltração, que irão descarregar na avenida Campeche, ajudando no processo de assoreamento da Lagoa pelos resíduos sólidos lavados da rua e pelas possíveis redes clandestina de esgoto. E contaminando os poços de captação por duas vias diferente, superficialmente pelo transbordamento da lagoa e pela sedimentação dos contaminantes no fundo da lagoa, por ser uma zona de afloramento esta diretamente ligada às águas subterrâneas.



CONVENÇÕES

Convenções Cartográficas

	CURVAS DE NIVEL AUXILIARES		CANAL		CAIXA DE ACUMULAÇÃO E INFILTRAÇÃO		CAIXA DO TIPO CAPTAÇÃO		POÇOS DE CAPTAÇÃO
	CURVAS DE NIVEL MESTRAS		CURSOS D'ÁGUA		CAIXA DO TIPO SUMIDOURO		CAIXA DE JUNÇÃO		

NORTE

	Vulnerabilidade Extremamente Baixa
	Vulnerabilidade Baixa
	Vulnerabilidade moderada
	Muito Vulnerável
	Extremamente Vulnerável

FLORIANÓPOLIS	
Mapa Região 1 –Lagoa Pequena	
ESCALA 1:4000	FOLHA N° 01

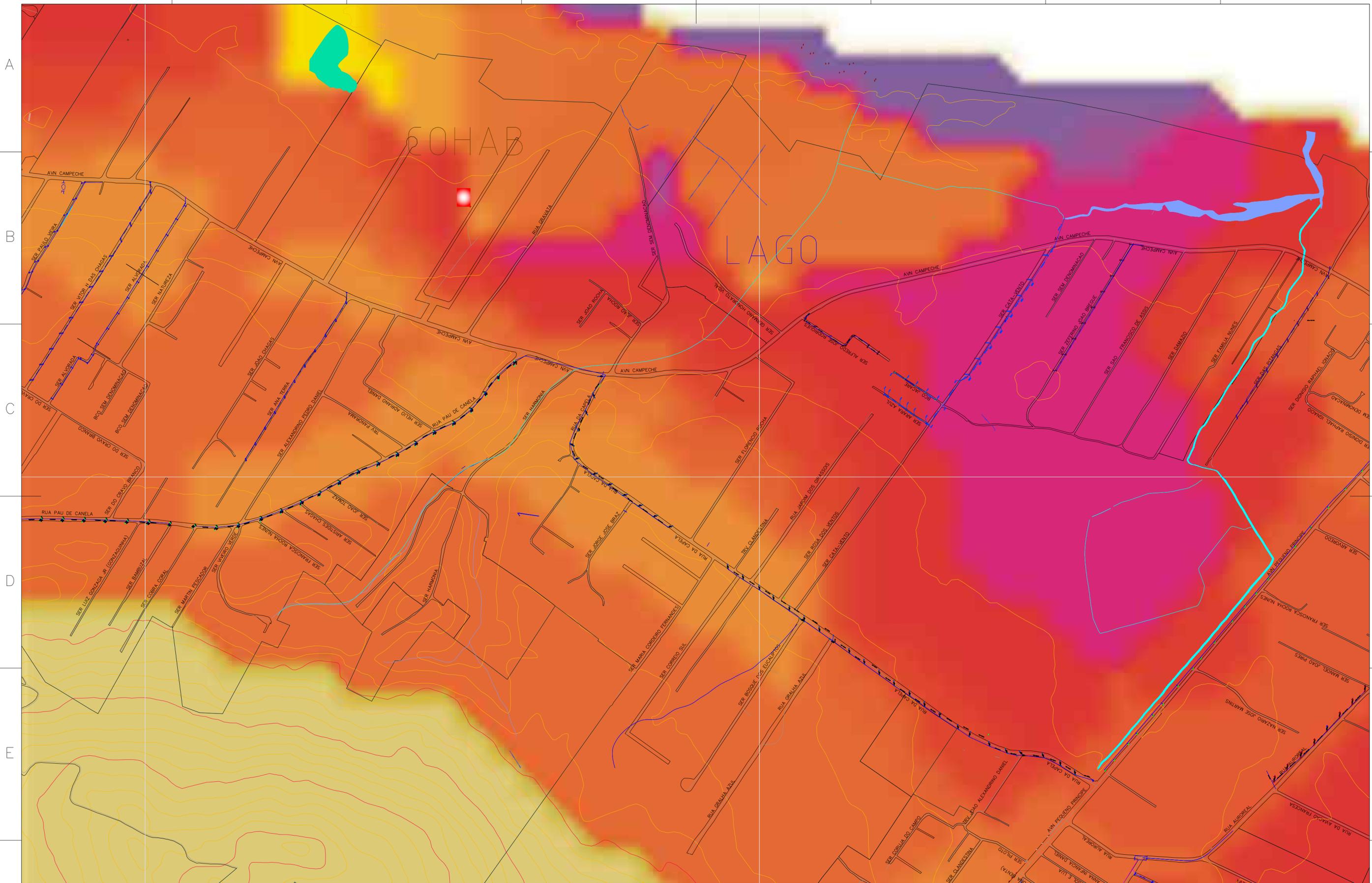
4.2.1.2. Região 2-Riozinho do Campeche

A região do Riozinho do Campeche tem sua nascente no Morro do Lampião e recebe contribuição de efluentes pluviais e residuais da Rua da capela, rua Pau de Canela e de algumas ruas perpendiculares a Av. Campeche. Este rio possui problemas de ligações clandestinas de esgoto, sendo considerada imprópria para banho , segundo a avaliação de balneabilidade da FATMA.

E a caracterização da rede de drenagem e sua interface com os Recursos hídricos foi baseado na figura 17, Região 2 – Riozinho do Campeche.

Esta em uma região de extrema vulnerabilidade do aquífero, sendo composta por banhados valas de drenagem e somente um poço de captação, bem como a retificação de alguns dos seus contribuintes. Segundo a secretária de obras, na década de 90 esta canalização colocada de forma inadequada foi a responsável, por alguns problemas de alagamento no final da Av. Pequeno Príncipe.

A rede de drenagem é compostas por caixas de captação simples e por caixas de captação do tipo sumidouro, sendo estas concentradas nas regiões de extrema vulnerabilidade prevalecendo uma espessura de 0 á 2 m de profundidade a zona saturada, ou seja , eles utilizam sistemas de infiltração que acabam por funcionar como sistemas de injeção de água pluvial contaminada no aquífero do Campeche.



CONVENÇÕES

Convenções Cartográficas

NORTE

	Vulnerabilidade Extremamente Baixa
	Vulnerabilidade Baixa
	Vulnerabilidade moderada
	Muito Vulnerável
	Extremamente Vulnerável

FLORIANÓPOLIS

Mapa Região 2 – Riozinho do Campeche

ESCALA 1:4000	FOLHA N° 01
------------------	----------------

4.2.1.3. Região 3- Rio Tavares

O Rio Tavares tem a nascente no leste do maciço central, o qual contorna pelo sul até encontrar o mangue, no caminho recebe as águas que nascem do maciço sul e atravessam a porção mediana da planície em direção norte, recebendo também contribuições do Morro do Lampião. Percorre desde áreas de alta densidade demográfica até áreas de grande biodiversidade e importância ecológica, o mangue do Rio Tavares, passando por vários problemas de degradação que saturam sua capacidade de depuração em diferentes trechos do Rio. E de acordo com Plano Diretor do Balneário Distrito do Campeche, trecho deste ainda passa pela a área reservada como ASE- Área do Sistema de Saneamento e Energia, , figura 18.



Figura 18-ASE-Área do Sistema de Saneamento e Energia.

Nesta ASE, será implantada a ETE do sul da Ilha, que segundo o “Projeto Final de Engenharia do Sistema de Esgoto Sanitário do Sul da Ilha” (CASAN, 2005), o Rio Tavares e o Oceano Atlântico são os únicos corpos receptores potenciais da região para a futura ETE a ser instalada. O tratamento será através de Reator Anaeróbio (UASB) seguido de Filtro Biológico, com desinfecção por Ultra Violeta, garantindo eficiência superior a 90 %. Visando melhorar o efluente final, com relação aos nutrientes, principalmente Nitrogênio e Fósforo,

foram projetadas oito wetlands (tratamento por raízes de plantas). Porém, por mais eficiente que seja ainda sim irá sobrecarrega-lo, além disto , esta ETE irá se localizar em uma região de extrema vulnerabilidade do aquífero do Campeche, sendo que o projeto da ETE não apresenta nenhum estudo de risco de vazamento e de alagamento da região.

Na figura 19, Região 3- Rio Tavares pode ser visualizado a interface da macrodrenagem com o Rio e com o Aquífero do Campeche.

Da rede de drenagem levantada e de acordo com os dados disponibilizados, a região recebe o efluente:

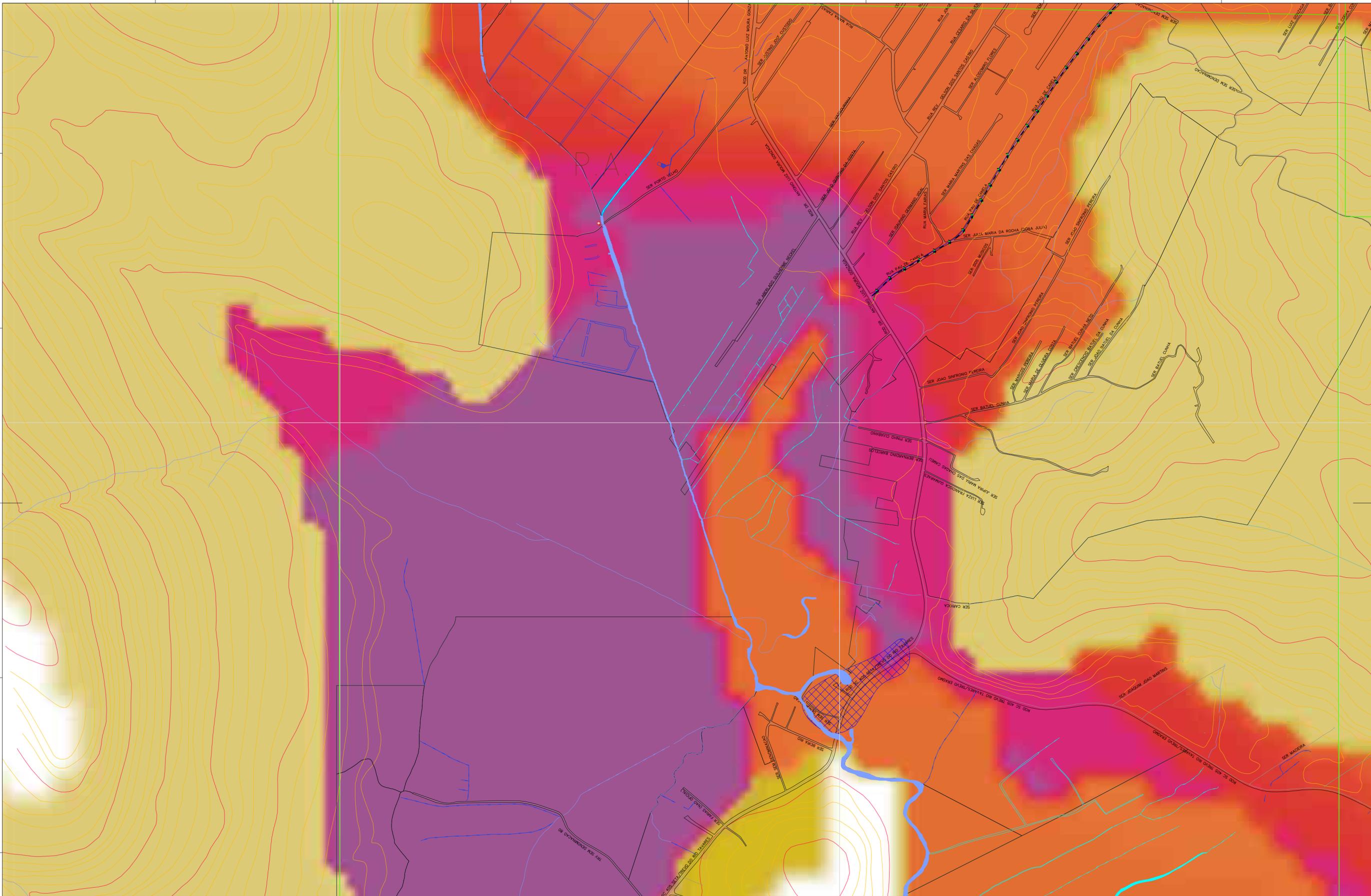
- Rua Pau de Canela: Rede composta por tubulações e caixas de captação , que de acordo com geomorfologia da região , parte desta é drenada para o Rio Tavares, parte para a Avenida Campeche. Como mostrado na figura 14, a montante desta rua localiza-se uma áreas suscetível a inundação, como consequência da ocupação com construções irregulares no talvegue, modificando desta forma as condições de uso do solo para a área, contribuindo para o assoreamento e com obstrução por lixo.

- Várias valas de drenagem que promovem a infiltração, em regiões que o aquífero esta aflorando , aumentando o risco de contaminação deste, pois estas valas drenam não somente os banhados para o rio, mas parte da SC 406.

- Trechos do Rio que foram canalizados, que consequentemente promovem o alagamento de regiões a jusante.

- Alagamentos que ocorrem devido a variação do nível das águas do mar, que se elevam adentrando o canal do Rio Tavares impedindo que as águas da chuva escoam.

- Desequilíbrio na zona hiporréica e na homeostase do rio, já que este apresenta grande deposição de resíduos sólidos, ligações clandestinas de esgoto e poluentes trazidos pelos canais de drenagem.



CONVENÇÕES

Convenções Cartográficas

	CURVAS DE NÍVEL AUXILIARES		CANAL		CAIXA DE ACUMULAÇÃO E INFILTRAÇÃO		CAIXA DO TIPO CAPTAÇÃO		POÇOS DE CAPTAÇÃO
	CURVAS DE NÍVEL MESTRAS		CURSOS D'ÁGUA		CAIXA DO TIPO SUMIDOURO		CAIXA DE JUNÇÃO		

NORTE

	Vulnerabilidade Extremamente Baixa
	Vulnerabilidade Baixa
	Vulnerabilidade moderada
	Muito Vulnerável
	Extremamente Vulnerável

FLORIANÓPOLIS			
Mapa Região 3 –Rio Tavares			
ESCALA		FOLHA N°	01
1:4000			

4.2.1.4. Região 4- Lagoa da Chica

Na região da Lagoa da Chica existem pontos de cota muito baixos tornando-os vulneráveis a alagamentos e suscetíveis a enchentes, principalmente onde as construções já ocupam a zona de alagamento forçando uma gradativa redução de seu nível d'água, ao longo dos anos. Estes problemas são causados tanto pelo assoreamento provocado pela erosão de aterros próximos, quanto pela interceptação e desvio das águas que antigamente afluíam à mesma.

Esta região também é de afloramento do Aquífero, e não possui fiscalização das diretrizes de uso e ocupação do solo, podendo ser visualizado na figura 20, a área de inundação relativa a área que já esta ocupada.

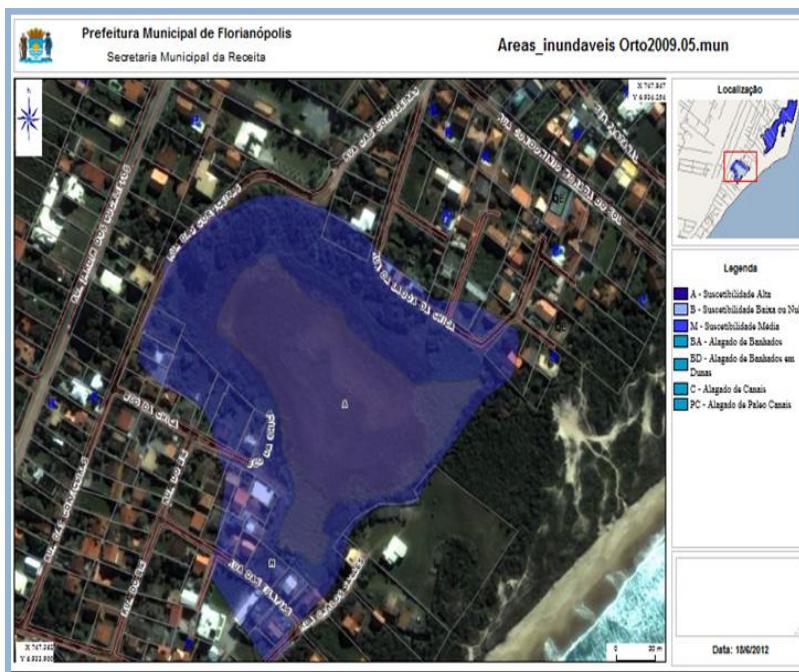


Figura 20-Área de inundação da Lagoa da Chica. Fonte: Geoprocessamento Corporativo-PMF

Na sobreposição dos mapas da rede de drenagem na vulnerabilidade do Aquífero , pode ser visualizado na figura 21, Região 4- Lagoa da Chica a drenagem é caracterizada por:

- Parte dos projetos não foi possível ser identificado o tipo de captação das águas pluviais, pelo arquivo fornecido estar incompleto.

- Possui rede contribuinte composta de caixas de captação do tipo sumidouro com infiltração, caixa de captação simples e caixa de captação com armazenamento e infiltração.

- Na lagoa da Chica existe uma caixa de captação que drena a água da lagoa pelo condomínio morada do sol, descarregando a água para o mar. E outra caixa que se liga a rede de drenagem presente na rua dos eucaliptos.

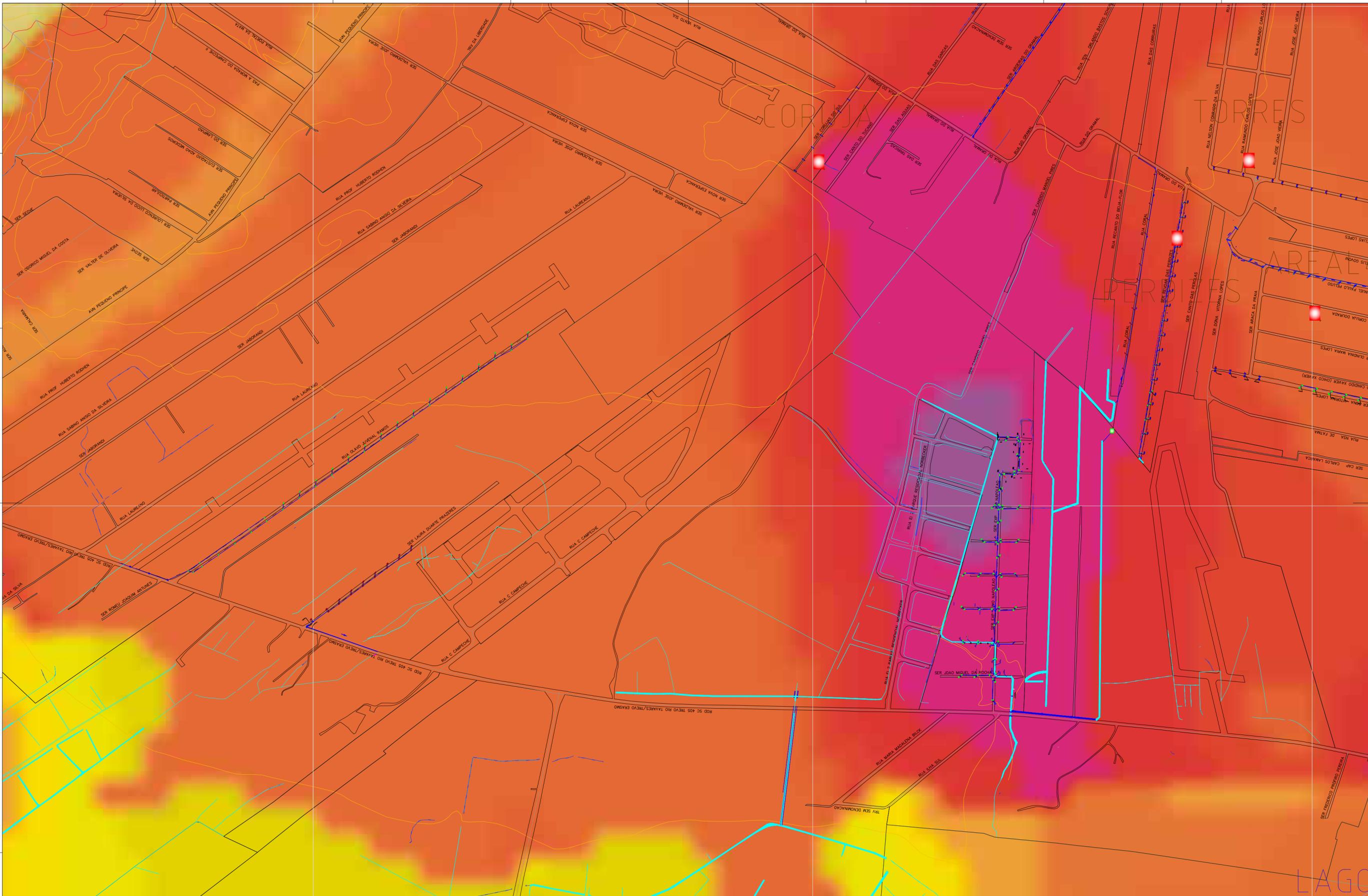
- Não a presença de canais de água, mas apresenta indícios que possa ter sido aterrado o canal que ligava á lagoa da Chica ao Riozinho do Campeche, de acordo com a secretária de obras.

A região da Lagoa da Chica esta sobre um local de extrema vulnerabilidade do aquífero do Campeche, é um ambiente altamente degradado, pela gradativa redução de seu nível d'água causada tanto pelo assoreamento provocado por erosão de aterros próximos, quanto pela interceptação e desvio das águas que antigamente afluíam à mesma (Engevix, 1999). Atualmente esta sendo instalada a rede de esgoto, porém ainda grande parte da população utiliza fossa séptica sendo a carga poluente complementada pelas lavagens das ruas, que por intermédio dos sumidouros de drenagem vinculados á uma fina camada de zona insaturada, realizam injeção destes poluentes no aquífero.

4.2.1.5. Região 5- Condomínio Norbeker

A região 5- Condomínio Norbecker, na figura 22, possui a maior concentrações de valas de drenagem que conduzem á agua para o mangue do Rio Tavares, apresenta 4 poços de captação de água para abastecimento, e algumas zonas de banhado e alagamento. A rede de drenagem utiliza somente caixas de captação que lançaram seus efluentes nas valas de drenagem, sem nenhum pré-tratamento ou no mínimo o uso de algum tipo de geotêxtil. Nesta região ocorrem bacias de infiltração eventuais realizadas pelos condomínios que reservam uma área para conduzir o efluente pluvial coletado, nem sempre funcionando da forma correta e ocasionando alagamentos a jusante.

Esta região ainda não e coberta pela rede de esgoto, portanto utilizam fossas sépticas, que nem sempre passa por inspeção e aprovação legal, dimensionadas e operadas conforme normas NBR 7229 e NBR 13969. A inadequada instalação destas estruturas acaba por contaminar o solo e o aquífero, pois não projetam com o tempo suficiente para depuração das águas residuárias. Estas estruturas deveriam realizar a separação liquida do solo e eliminar os organismos patogênicos da fase solida, para ai sim , ser lançado em uma vala de infiltração (caso mais indicado por ser um aquífero muito superficial) ou sumidouro de drenagem. Aumentando o risco de contaminação do aquífero , pois possui poços nas áreas de extrema vulnerabilidade vinculado ao uso de fossas sépticas irregulares.



A

B

C

D

E

F

A

B

C

D

E

F

1

2

3

4

5

6

7

8

CONVENÇÕES

NORTE

Convenções Cartográficas

- CURVAS DE NIVEL AUXILIARES
- CANAL
- CAIXA DE ACUMULAÇÃO E INFILTRAÇÃO
- CAIXA DO TIPO CAPTAÇÃO
- POÇOS DE CAPTAÇÃO
- CURVAS DE NIVEL MESTRAS
- CURSOS D'ÁGUA
- CAIXA DO TIPO SUMIDOURO
- CAIXA DE JUNÇÃO



- Vulnerabilidade Extremamente Baixa
- Vulnerabilidade Baixa
- Vulnerabilidade moderada
- Muito Vulnerável
- Extremamente Vulnerável

FLORIANÓPOLIS

Mapa Região 5-Condôminio Norbeker

ESCALA
1:4000

FOLHA N°
01

1

2

3

4

5

6

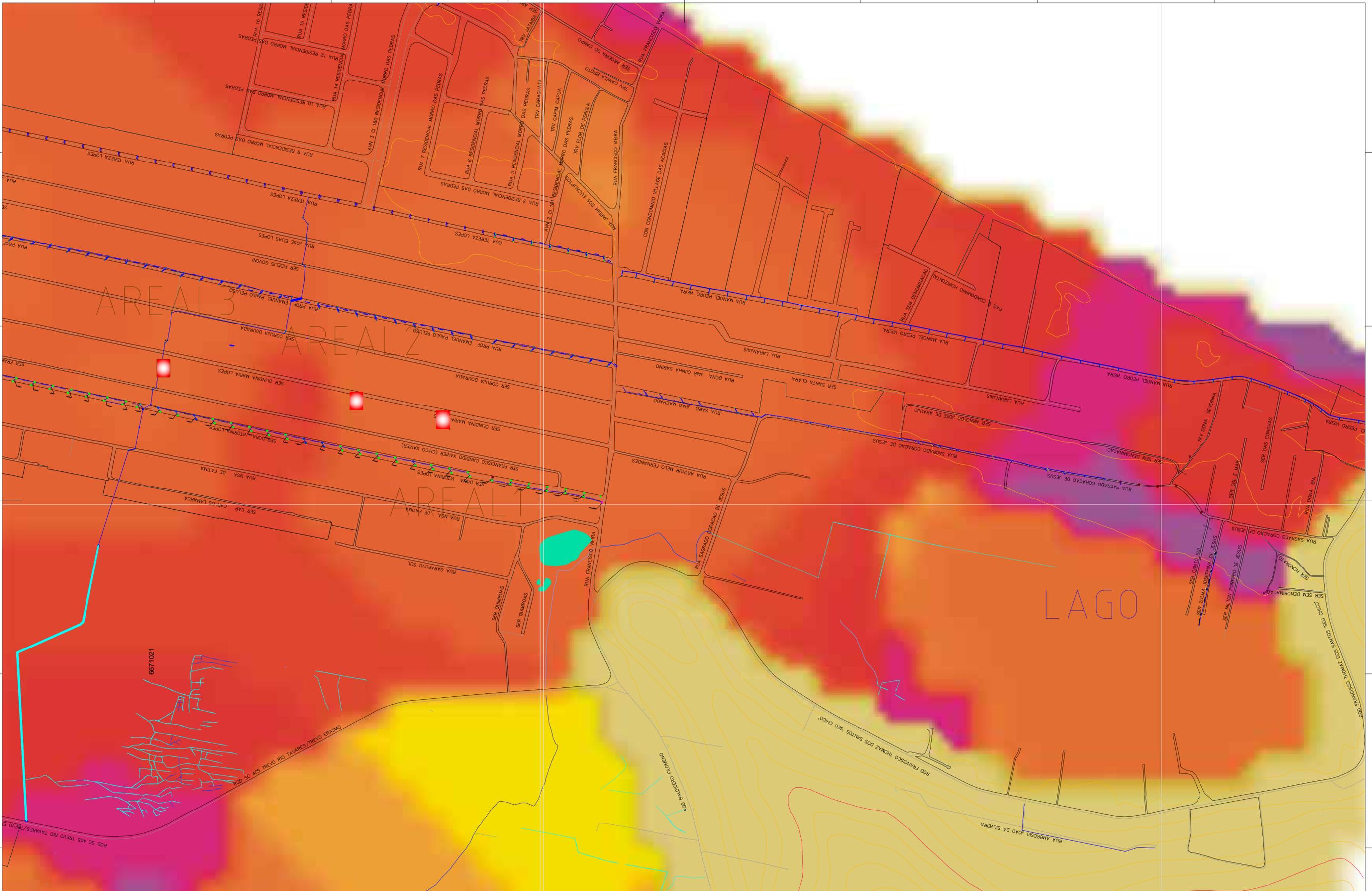
7

8

4.2.1.6. Região 6 – Morro das Pedras

A região do morro das Pedras possui três poços de captação da CASAN, apresentando algumas regiões de banhados e indícios de um lago que secou no decorrer dos anos. Sendo que os poços não se encontram em nenhuma zona de extrema vulnerabilidade do aquífero, porém se localizam nas zonas de risco de alagamento apresentada na figura 14, podendo estes poços serem fontes de injeção de poluentes.

A rede de drenagem nesta região apresentada na figura 23, é composta por canais, galerias, caixas de captação simples e caixas de captação do tipo sumidouro. Apresenta uma zona de inundação a montante do trecho do rio que foi retificado, identificado como área crítica pelo PMISB, estes que era contribuinte para o lago que secou. Toda a área drenada desta região que não é lançada nas dunas da praia do morro das pedras é lançada na região deste lago.



CONVENÇÕES

Convenções Cartográficas

	CURVAS DE NIVEL AUXILIARES		CANAL		CAIXA DE ACUMULAÇÃO E INFILTRAÇÃO		CAIXA DO TIPO CAPTAÇÃO		POÇOS DE CAPTAÇÃO
	CURVAS DE NIVEL MESTRAS		CURSOS D'ÁGUA		CAIXA DO TIPO SUMIDOURO		CAIXA DE JUNÇÃO		

NORTE

	Vulnerabilidade Extremamente Baixa
	Vulnerabilidade Baixa
	Vulnerabilidade moderada
	Muito Vulnerável
	Extremamente Vulnerável

FLORIANÓPOLIS	
Mapa Região 6 –Morro das Pedras	
ESCALA 1:4000	FOLHA N° 01

4.3. Medidas mitigadoras para a interface da drenagem urbana e Recursos Hídricos do Distrito do Campeche.

Após o estudo realizado o trabalho propõe-se algumas medidas mitigadoras para a região, complementando os projetos existentes, sendo estas divididas em medidas estruturais e não estruturais.

Medidas Não-estruturais:

- Refinamento do projeto de macrodrenagem realizado pela Engevix (1999), considerando um planejamento estratégico que integre o real uso e ocupação do solo com um Plano de Recursos Hídricos, e que seja condizente com a realidade.

- Realização de um estudo quali-quantitativo do aquífero para melhor compreensão do comportamento da água subterrânea e os possíveis impactos dos compostos presentes nos efluentes pluviais e residuais.

- Complementar institucionalmente a prefeitura, com um corpo técnico multidisciplinar, pois um dos motivos da falta de cadastro da rede de drenagem e de obras padronizadas sem estudos específicos locais, é a sobrecarga de funções para poucos funcionários. Além disso, realocar os projetos de drenagem para a Secretária de habitação e Saneamento, facilitando a concretização do Plano Municipal “Integrado” de Saneamento Básico.

- Desocupação e realocação das populações que estão na área de inundação dos Corpos Hídricos, ou pelo menos fiscalização para que não aumente a ocupação destas regiões.

- Controle e fiscalização obras de pavimentação e drenagem pluvial e das águas subterrâneas, para que não aumentem os problemas de alagamentos e nem alterações quali-quantitativas nos recursos hídricos.

- Trabalhos intensivos de conscientização da comunidade sobre o manejo das águas residuárias e pluviais, que o sistema de coleta destes, na região de Florianópolis não é único, assim preservando os corpos hídricos e não sobrecarregando a futura ETE. Baseado em um tripé para a Educação Ambiental, formar, informar e difundir o conhecimento na comunidade.

- Criação de um plano de manejo e conservação das estruturas de drenagem existentes, para não haver a necessidade de abertura de novos canais, e nem a transferência do problema para regiões a jusante. Ampliar a frequência de limpeza das estruturas de drenagem, para que não sejam soterradas e colmatadas.

Medidas estruturais:

- Estudos mais detalhados para o uso de medidas de infiltração para que estas não sejam fontes de contaminação dos recursos hídricos. Uso de medidas de pré-tratamento, por exemplo, com o uso de Geotêxtil no fundo das estruturas de infiltração, não somente nas laterais.
- Criação de áreas de lazer nas regiões de banhado e em áreas de APP, para que evitem a ocupação desordenada e auxiliem nos problemas de alagamento.
- Limpeza e revitalização dos corpos de água que estão assoreados.

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Os estudos relacionados ao ciclo hidrológico de forma unificada são de suma importância para a preservação e sustentabilidade dos Recursos Hídricos, pois o atual paradigma do planejamento urbano do Saneamento, do uso e ocupação do solo e da preservação dos recursos hídricos se mostra deficiente e com impactos irreversíveis.

Ao se planejar o ambiente urbano estrategicamente de forma integrada com as águas urbanas evita-se problemas de doenças, desastres, gastos com remediação e indenizações, bem como fornece um ambiente com qualidade de vida para a população.

O distrito do Campeche é uma região de alta especulação imobiliária e crescimento demográfico desordenado repercutindo impactos irreversíveis nos ambientes sensíveis de sua planície. Mesmo sendo uma região rica em biodiversidade, recursos hídricos e espaços para desenvolvimento urbano, as atitudes individuais das pessoas sem consultar um corpo técnico capacitado, e sem uma consciência ambiental, acabará por esgotar os recursos hídricos e o meio ambiente desta região.

As explorações de águas subterrâneas para construção de condomínios, uso inadequado das infraestruturas de saneamento, bem como a canalização e retificação dos corpos de água superficiais estão levando ao esgotamento quali-quantitativo de várias regiões, podendo ser exemplificado com a degradação com a Lagoa da Chica, que sofre com processo de degradação por todos os meios, pelo mau uso e ocupação do solo, pela drenagem da sua água, pelo assoreamento do seu leito e pelo aterramento de seus efluentes, transformando-a em um banhado

Todos estes problemas são potencializados pela desarticulação institucional presente no município de Florianópolis, em que as obras são realizadas sem respeitar as particularidades de cada local. Por exemplo, a CASAN encomendou o estudo sobre o Aquífero do Campeche, e o projeto do esgotamento sanitário do sul da Ilha, e aprovou a instalação da ETE em uma das regiões de maior vulnerabilidade do Aquífero do Campeche. Porém, esta atitude é reflexo da falta de corpo técnico capacitado na formulação do Plano Diretor da cidade, que reservou esta área como ASE- Área do Sistema de Planejamento e Energia, sem analisar o ambiente em toda suas particularidades.

Portanto os principais Mananciais e corpos de água do distrito do Campeche vêm sofrendo degradação reflexo de um mal planejamento urbano. Na drenagem urbana prevalecem o uso de medidas estruturais sem nenhuma consciência ambiental . E mesmo com a execução da rede de esgoto, não ocorre incentivo e fiscalização da população, para que liguem suas casas a rede de esgoto e não na rede pluvial, e caso permaneçam a utilizar fossa sépticas, pela falta de acesso a rede, que estas sejam realizadas dentro das normas corretas com as precauções adequadas para não contaminar os mananciais subterrâneos e superficiais.

O responsável pelo Plano de Manejo das águas Pluviais é o município, e a prestação dos serviços é geralmente realizada diretamente pelo titular através de autarquia e/ou secretaria municipal, ou órgão específico de administração local. Os recursos para o planejamento, a execução e a fiscalização da drenagem são oriundos do orçamento geral do município e dos repasses de convênios celebrados com os governos federal e estadual.(comitê de BH).

Seria importantíssimo que se realizassem um cadastro da rede de drenagem e de toda a hidrografia e infraestruturas presentes na região de forma uniformizada, para se realizar e cumprir o plano de manejo das águas pluviais. Uma das dificuldades ocorrida na realização da pesquisa foi unificar os dados fornecidos pelos órgão da prefeitura de Florianópolis, que divergiam entre si.

Podéria-se dar continuidade neste estudo avaliando qualitativamente os impactos localizados detalhadamente com coletas de águas dos recursos hídricos em diferentes níveis de um mesmo corpo de água, e coletas do fundo das estruturas que fazem parte da drenagem urbana da região, caracterizando os impactos reais da interface do manejo das águas pluviais nos recursos hídricos.

6. BIBLIOGRAFIA

Atlas Ambiental Municipal – Florianópolis – SC – Brasil.UFSC – Grupo de Pesquisa – Grupo Gestão do Espaço (GGE) – Projeto Funcitec.35 pág. Outubro de 2006.

BAPTISTA, Marcio.; NASCIMENTO, Nilo.; BARRAUD, Sylvie. (2005) **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH

BECKER, Patrícia. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. **Obtenção de informações para plano diretor de drenagem urbana utilizando o SIG**. Florianópolis, 2006. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

BRASIL. Estatuto da Cidade - **Guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. Brasília: Instituto Pólis/ Caixa Econômica Federal, 2001.

BRASIL. Ministério das cidades secretaria nacional de saneamento ambiental. **Diretrizes para a Definição da Política e Elaboração do Plano de Saneamento Básico**1.Versão / 2011 Brasília – DF).

BRASIL. Ministério das cidades. **Panorama do saneamento básico no Brasil – Vol. VII - Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil**

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistemática 2010/2011. **Manual para apresentação de Propostas. Programa – 1138- Drenagem Urbana e Controle de Erosão Marítima e Fluvial**. http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PD F/5_ManualDrenagem2010_2011.pdf Acesso:23/04/12

BRASIL. *Lei Federal n.º 9433 de 08 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos*. Publicação no Diário Oficial da União, Brasília, 09 de janeiro de 1997.

BRASIL. *Lei 11.445, de 05 de Janeiro de 2007*. Dispõe sobre a Política Nacional de Saneamento Básico. Congresso Nacional,Brasília, DF, 2007.

CANHOLI, A.P. **Dreagem urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo . Oficina de Textos.(2005)

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Estudo do Manancial Subterrâneo da Costa Leste Campeche. Município de Florianópolis**. Executado por Engenharia e Pesquisas Tecnológicas. Florianópolis, 2002.

CECCA/FNMA - Centro de Estudos Cultura e Cidadania. **Uma cidade numa ilha: relatório sobre os problemas sócio-ambientais da ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: Insular, 1997

COSTA, J., & POLETO, G. A. (Setembro de 2011). **Experimental Studies of Green Roof Systems as part of. 12nd International Conference on Urban Drainage** , p. 7.

FLORIANÓPOLIS. Projeto de Macro Drenagem do Distrito do Campeche. Relatório Final, outubro de 2002.engevix

_____.“PRODUTO 6: DIAGNÓSTICO DA DRENAGEM URBANA PLANO MUNICIPAL INTEGRADO DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS – PMISB
Disponível em :
<http://portal.pmf.sc.gov.br/entidades/habitacao/?cms=plano+integrado+de+saneamento+basico>)

_____.INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS. **Plano Diretor do Parque da Lagoa do Peri**. Florianópolis: IPUF, 1978.

_____. **Atlas do Município de Florianópolis**. Florianópolis: IPUF, 2004.

_____. **Plano Diretor Participativo do Município - Leitura Integrada da Cidade**. Florianópolis: IPUF, 2008. v. I.

FONSECA, P. L. ; LONGO, O. C. . **Gestão Ambiental De Bacias Hidrográficas: Medidas Não Convencionais no Controle de Cheias Urbanas Principais Aspectos, Considerações e ações integradas**. In: XIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - SIMPEPUNESP, 2006, BAURÚ. Anais do XIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - SIMPEP - UNESP, 2006

FOSTER, S.; HIRATA, R. (1993). **Determinação de riscos de contaminação das águas subterrâneas: uma metodologia embasada em dados existentes**. São Paulo: Instituto Geológico, 92p.

MILLON, Mônica Márcia Becker. **Águas Subterrâneas e Política de Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Campeche**.

Florianópolis - SC. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2004.

MONTEIRO, Adson Brito, FREIRE, Paula K. C.; BARBOSA, Gileno Feitosa; CABRAL Jaime J. S. P.& SILVA Simone Rosa da **Drastic: Vulnerabilidade do aquífero Barreiras nos Bairros de Ibura e Jordão – Recife – Pernambuco**, Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, XVI Encontro Nacional de Perfuradores de Poços Feira Nacional da Água, 11 a 14 de novembro de 2008, Natal - Rio Grande do Norte. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Adson0030.pdf>

NASCIMENTO, Nilo D., & BAPTISTA, Marcio. B. (2009). **Técnicas Compensatórias**. In: A. M. (coordenador), *Manejo de Águas Pluviais Urbanas* (p. 396p:). Rio de Janeiro: ABES.

NASCIMENTO, N. D., & HELLER, L. (2005). CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA INTERFACE ENTRE AS. *Eng. sanit. ambient.*, Vol.10 (1), 13.

NETO, Antonio Cardoso. **Sistemas Urbanos de Drenagem**. em:<http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Antonio%20Cardoso%20Neto/Introducao_a_drenagem_urbana.pdf>. Acesso em: 10 junho. 2011.

Rezende, Osvaldo Moura. **Avaliação de Medidas de Controle de Inundações em um Plano de Manejo Sustentável de Águas Pluviais Aplicado à Baixada Fluminense**.– Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010, 208 p.: il.;

SÁ FILHO, J. A. R de. **Avaliação qualitativa das águas no sistema de macrodrenagem da bacia do Tabuleiro dos Martins – Maceió/AL**, 2010. 139 f. : il.

SANTOS, Eliane Ferreira dos *et al.* **Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas Do sistema aquífero serra geral/guarani no município de Quaraí/rs**. Encontro Nacional de Perfuradores de Poços 4 I Simpósio de Hidrogeologia do Sul-Sudeste Gramado/RS, 2007.

SILVA, F.C da. **Análise integrada de usos de água superficial e subterrânea em macro-escala em uma bacia hidrográfica: o caso do alto rio Paranaíba..** 1v. 188p. Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental- Rio Grande do Sul/RS, 2007.

SOUZA, Vladimir Caramori Borges de. "**Estudo experimental de trincheiras de infiltração no controle da geração do escoamento superficial**". 01/04/2002. 1v. 127p. Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL

TAVANTI, D. e. (s.d.). *Disponível em:* <<http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper161.pdf>>. Acesso em 15 de abril de 2011

TUCCI, Carlos.Eduardo.M. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção.** Artigo submetido à RBRH. 1997,vol 2, n:2 jul/dez.

TUCCI, C E. M. *Gestão da água no Brasil– Brasília : UNESCO, 2001.156p*

TUCCI, C E.M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas/** Carlos E. M.Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.

VARGAS, M. C. **O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental.** Ambient. soc. [online]. 1999, n.5, pp. 109-134. ISSN 1414-753X

ANEXOS

Anexo 1-Zoneamento do município de Florianópolis.

Zoneamento do Município de Florianópolis		
Área de Usos Urbanos	Áreas Residenciais (AR)	<ul style="list-style-type: none"> Áreas Residenciais Exclusivas (ARE) Áreas Residenciais Predominantes (ARP)
	Áreas Mistas (AM)	<ul style="list-style-type: none"> Áreas Mistas Centrais (AMC) - predomínio de atividades comerciais. Áreas Mistas de Serviço (AMS) – predomínio de atividades de serviço pesado Áreas de Serviço Exclusivo (ASE) Áreas Mistas Rurais (AMR) - concentram as atividades de comércio e serviço complementares à vida rural
	Áreas Turísticas (AT)	<ul style="list-style-type: none"> Áreas Turísticas Exclusivas (ATE) Áreas Turísticas Residenciais (ATF)
	Áreas Verdes (AV)	<ul style="list-style-type: none"> Áreas Verdes de Lazer (AVL) Áreas Verdes do Sistema Viário (AVV ou AVSV) Áreas Verdes de Uso Privado (AVP)
Área de Usos Urbanos	Áreas Comunitárias Institucionais (ACI)	<ul style="list-style-type: none"> Áreas de Educação, Cultura e Pesquisa (ACI-1) Áreas de Lazer e Esportes (ACI-2) Áreas de Saúde, Assistência Social e Culto Religioso (ACI-3) Áreas dos Meios de Comunicação (ACI-4) Áreas de Segurança Pública (ACI-5) Áreas de Administração Pública (ACI-6) Áreas do Sistema Produtivo Comunitário (ACI-7) Áreas de Equipamentos Turísticos (ACI-8) Áreas de Atividades Informais (ACI - 7)²⁶
	Áreas para Pesquisa Tecnológica (APT) ²⁷ .	
Áreas de Execução de Serviços Públicos	Áreas do Sistema de Saneamento e Energia (ASE)	<ul style="list-style-type: none"> Áreas para tratamento e abastecimento de água potável (ASE-1) Áreas para tratamento e disposição final de esgotos sanitários e águas (ASE-2) Áreas para disposição final de resíduos sólidos (ASE-3) Áreas para geração e distribuição de energia elétrica (ASE-4)
	Áreas do Sistema Viário e de Transporte (AST)	<ul style="list-style-type: none"> Áreas do Sistema Rodoviário (AST-1) Áreas do Sistema Aeroviário (AST-2) Áreas do Sistema Hidroviário (AST-3) Áreas do Sistema de Circulação de Pedestres (AST-4) Áreas do Sistema Ferroviário (AST - 5)²⁸
Áreas de Usos Não Urbanos	Áreas de Preservação Permanente (APP)	<ul style="list-style-type: none"> Topos de morros e linhas de cumeada, considerados como a área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base. Encostas com declividade igual ou superior a 48,6% . Manques e suas áreas de estabilização. Dunas móveis, fixas e semi-fixas. Mananciais, considerados como a bacia de drenagem contribuinte, desde as nascentes até as áreas de captação d'água para abastecimento. Faixa marginal de 30,00m (trinta e três metros) ao longo dos cursos d'água com influência da maré, e de 30,00m (trinta metros) nos demais. Faixa marginal de 30,00 m (trinta metros) ao longo das lagoas e reservatórios d'água, situados na zona urbana, e de 50,00m (cinquenta) a 100,00m (cem metros) para os situados na Zona rural, conforme a Resolução CONAMA 004/85. Fundos de vale e suas faixas sanitárias, conforme exigências da legislação de parcelamento do solo. Praias, costões, promontórios, tombolos, restingas em formação e fixas. Áreas onde as condições geológicas desaconselham a ocupação. Posse de áreas de arribação protegidas por acordos internacionais assinados pelo Brasil. Áreas dos parques florestais, reservas e estações ecológicas.
Áreas de Usos Não Urbanos	Áreas de Preservação de Uso Limitado (APL)	
	Áreas de Exploração Rural (AER)	
	Áreas de Elementos Hídricos (AEH)	<ul style="list-style-type: none"> A faixa de 15 (quinze) metros nas margens dos rios que sejam navegáveis ou navegáveis por qualquer tipo de embarcação. A faixa de 15 (quinze) metros nas margens das águas correntes e docentes; margues e suas áreas de estabilização. A faixa de 100 (cem) metros nas margens dos lagos e lagoas. A faixa de 33 (trinta e três) metros ao longo da orla marítima e das margens dos rios e lagoas influenciados pela maré.
Áreas Especiais	Áreas de Preservação Cultural (APC)	<ul style="list-style-type: none"> Áreas Históricas (APC-1). Áreas de Paisagem Cultural (APC-2) Áreas Arqueológicas (APC-3).
	Áreas de Preservação de Mananciais (APM)	
	Áreas de Marinha (AM)	
	Áreas Inundáveis (AI)	
	Áreas dos Parques e Reservas Naturais (APR)	
Zoneamento do Município de Florianópolis		
Áreas Especiais	Áreas de Proteção dos Parques e Reservas (APPR)	
	Áreas de Alteração do Solo (AAS)	
	Áreas de Proteção dos Aeródromos (APA)	
	Áreas de Urbanização Especiais (AUE)	
	Áreas de Incentivo à Hotelaria (AH)	
	Áreas de Restrição Geotécnica (ARG) ²⁹	

26 Consta somente no PD dos Balneários. 27 e 28 Constam somente no PD do Distrito Sede.

Quadro 5: Zoneamento do Município de Florianópolis

Fonte: SANTOS (2008).

