UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO TERRITORIAL E DESENVOLVIMENTO SOCIOAMBIENTAL

PAULA DA SILVA RAMOS

DISCUSSÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES/FPOLIS-SC

FLORIANÓPOLIS - SC
2017

Paula da Silva Ramos

DISCUSSÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DORIO TAVARES/FPOLIS-SC

Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, do Centro de Ciências Humanas e da Educação - FAED, da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, como requisito para obtenção do título de Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental.

Orientadora: Edna Lindaura Luiz

Florianópolis, 2017.

PAULA DA SILVA RAMOS

DISCUSSÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES/FPOLIS-SC

Dissertação julgada adequada para obtenção de Título de Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental junto ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental – MPPT da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Banca examinadora

Orientadora: _____
Professora Doutora Edna Lindaura Luiz
UDESC

Membro: _____
Professor Doutor Jairo Valdati

Membro: _____
Professora Doutora Rose Maria Adami

Florianópolis/SC, 06 de Outubro de 2017.

É preciso lembrar que ninguém escolhe o ventre, a localização geográfica, a condição socioeconômica e a condição sociocultural para nascer. Nasce onde o acaso determina. Por isso, temos que cuidar de todos aqueles que estão em todos os recantos desse país.
(Aziz Nacib Ab'Sáber, livro "Somos ou estamos corruptos?")

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não seria possível sem a participação de vários envolvidos. A minha orientadora Profª. Dr.ª Edna Lindaura Luiz que esteve presente em mais esta etapa de minha vida acadêmica, dando-me todo o suporte necessário. Aos demais professores do Programa de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Desenvolvimento Socioambiental, que colaboraram para uma evolução intelectual que culminou para esta dissertação.

Agradeço a minha família que esteve, está e sempre estará presente em todos os momentos da minha vida, estimulando-me a evoluir. Ao meu marido, presente em toda esta caminhada e me incentivando a nunca parar.

RESUMO

O presente trabalho discute a disponibilidade hídrica do sistema hidrográfico rio Tavares, Florianópolis/SC. Diferentes características naturais e de ocupação humana foram analisadas para entender a disponibilidade hídrica, tais como regime de chuvas na área, aspectos geológicos, de relevo, de formações vegetais nativas e uso da terra, tipos de usos da água na bacia. Dados de precipitação e temperatura foram obtidos na estação meteorológica de São José/SC. As características geológicas foram analisadas a partir de mapeamentos pré-existentes em escalas 1:50.000 e 1:100.000, além de observações em campo e uso da ferramenta *hillshade* do *Arcgis* para identificação dos lineamentos. As feições de relevo presentes na bacia foram mapeadas com auxílio das ortofotos digitais da Secretaria de Desenvolvimentos Sustentável de Santa Catarina, com resolução espacial de 39cm, e com conhecimento de campo. Os solos foram identificados a partir de mapeamentos pré-existentes e da análise dos mapas de relevo e geologia realizado para a presente pesquisa. As formações vegetais e uso da terra foram mapeados a partir também das ortofotos digitais e trabalho de campo. Os tipos de uso da água e os usuários foram encontrados por meio de saídas de campo e do mapa de uso da terra confeccionado. Os ambientes naturais da bacia foram definidos a partir das feições de relevo, sendo caracterizados sua geologia, solos e uso e cobertura da terra. No ambiente das encostas, apesar da inclinação, há armazenamento de água em função do manto de alteração das rochas e dos lineamentos presentes, sendo que esta água é de boa qualidade, pois há cobertura de mata. Nos terraços marinhos há acúmulo de água por ser constituído de pacotes sedimentares arenosos, contudo, há risco de contaminação devido à intensa urbanização deste ambiente. Os diferentes tipos de planícies da bacia também armazenam muita água, porém, o grande acúmulo de matéria orgânica inviabiliza seu uso para consumo humano. Ainda, a planície de maré apresenta a entrada da cunha salina. Cada ambiente interfere de forma específica na infiltração, evaporação, armazenamento e escoamento da água que chega nela por meio das precipitações. Este estudo pode servir de subsídio para um plano de recursos hídricos na bacia rio Tavares, contribuindo para uma adequada gestão de Recursos Hídricos e o planejamento territorial.

Palavras-chave: Qualidade da Água na Bacia do Rio Tavares-Fpolis/SC; Ambientes Naturais da Bacia do Rio Tavares-Fpolis/SC; Uso da Terra na Bacia do Rio Tavares-Fpolis/SC.

ABSTRACT

The following paper discusses the water availability of the Tavares river basin, Florianópolis/SC. Several natural and human occupation characteristics were analyzed in order to understand the water availability, such as rainfall regime in the area, geological, relief, native plant formation and land use aspects, and types of water uses in the basin. Precipitation and temperature data were obtained in the meteorological station of São José/SC. The geological characteristics were analyzed from pre-existing mappings on a scale of 1:50.000 and 1:100.000, as well as field observations and use of *Arcgis' hillshade* tool to identify the lineaments. The relief features present in the basin were mapped with digital ortophotos from Secretaria de Desenvolvimentos Sustentável de Santa Catarina, with spatial resolution of 39cm, as well as field knowledge. The soils were identified from pre-existing mappings and analysis of the relief and geology maps performed for this research. Plant formations and land use were also mapped from digital orthophotos and field work. The types of water use and users were found through field trips and the map of land use. The natural environments of the basin were defined from the relief features, their geology, soils and land use and cover being characterized. In the slopes environment, in spite of the inclination, there is water storage in function of the change mantle of rocks and present lineaments; this water is of good quality, as there is forest cover. In the marine terraces there is water accumulation due to its sandy sedimentary packages composition, however, there is risk of contamination owed to intension urbanization of this environment. The different types of plains in the basin also store a lot of water, but the huge accumulation of organic matter makes its use unviable for human consumption. Ainda a planície de maré apresenta a entrada da cunha salina. Each environment interferes, in a specific way, with infiltration, evaporation, storage and drainage of the water that arrives in it through precipitation. This study can serve as a subsidy for a water resources plan I the Tavares river basin, contributing to an adequate management of water resources and territorial planning.

Keywords: Water Quality in the Tavares-Fpolis River Basin / SC; Natural Environments of the Tavares River Basin-Fpolis/SC; Aspects of Water in the Tavares River Basin-Fpolis/SC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ciclo hidrológico 16
Figura 2. Formas de ocorrência da água subterrânea. 21
Figura 3. Mapa de localização do sistema hidrográfico do rio Tavares 35
Figura 4. Climograma do município de Florianópolis/SC. 40
Figura 5. Precipitação total anual no período de 1980 a 2016. 42
Figura 6. Gráfico da precipitação total mensal de 1983. 43
Figura 7. Gráfico de precipitação total mensal de 2001 44
Figura 8. Gráfico de precipitação total mensal de 2008. 44
Figura 9. Gráfico da precipitação total mensal de 1988. 45
Figura 10. Gráfico de precipitação total mensal de 2003 46
Figura 11. Gráfico da precipitação total mensal de 2006 46
Figura 12. Esboço geológico da bacia do rio Tavares. 50
Figura 13. Sedimentos pleistocênicos da bacia do rio Tavares. 51
Figura 14. Mapa de geomorfologia do sistema hidrográfico do rio Tavares. 56
Figura 15. Esboço pedológico do sistema hidrográfico do rio Tavares. 61
Figura 16. Mapa de uso da terra do sistema hidrográfico do rio Tavares. 63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes de uso da terra da bacia do rio Tavares – Florianópolis/SC..38
Tabela 2. Ambientes naturais da do sistema hidrográfico do rio Tavares-Fpolis/SC e suas características.....68

SUMÁRIO

1.1 OBJETIVO ... 13

1.1.1 Objetivo geral ... 13

1.1.2 Objetivos específicos ... 13

2 DINÂMICA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS ... 14

2.1 BACIA HIDROGRAFICA ... 14

2.2 CICLO HIDROLÓGICO ... 15

2.2.1 Precipitação ... 17

2.2.2 Interceptação ... 18

2.2.3 Evaporação e evapotranspiração ... 18

2.2.4 Infiltração ... 19

2.2.5 Escoamento superficial ... 22

2.3 ASPECTOS QUANTITATIVOS DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA ... 23

2.4 ASPECTOS QUALITATIVOS DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA ... 25

2.5 LEGISLAÇÃO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS ... 27

2.5.1 Lei federal nº 9.433/1997 ... 28

2.5.2 Comitê de bacia hidrográfica ... 30

2.5.3 Plano dos recursos hídricos ... 31

2.6 ANÁLISE INTEGRADA DE AMBIENTES NATURAIS ... 32

3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO ... 34

4 MATERIAIS E MÉTODOS ... 36

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ... 39

5.1 ASPECTOS CLIMATICOS DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES 40 ... 40

5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES 47

5.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES ... 52

5.4 ASPECTOS PEDOLÓGICOS DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES ... 57

5.5 ASPECTOS DE USO DA TERRA DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO ... 62

5.6 AMBIENTES NATURAIS E SEUS USOS E COBERTURA DA TERRA NO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES ... 68

6 CONCLUSÕES ... 76

7 REFERENCIAL ... 77

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem-se intensificado o uso em grande escala dos recursos naturais. A água é um desses recursos e é essencial para a existência de vida animal e vegetal. Para o ser humano, ela é imprescindível, seja para suas necessidades biológicas ou para as atividades econômicas e sociais.

O crescimento acelerado da população mundial a partir de meados do século XX evidenciou a insuficiência de água. De acordo com a ONU, aproximadamente 2 bilhões de pessoas no mundo enfrentam algum tipo de escassez de água potável. Essa falta está relacionada, principalmente, a crescente demanda hídrica das últimas décadas, refletindo principalmente a expansão da população mundial e as necessidades agrícolas, industriais e comerciais atuais da sociedade. Em algumas regiões, a falta de água potável está ligada com as características físicas da região, como por exemplo, em regiões semiáridas nunca houve abundância de água e, com o crescimento da população, essa escassez se intensificou, sendo motivo para a deflagração de conflitos em muitos países.

Problemas relacionados aos recursos hídricos também ocorrem porque a água doce disponível, no estado líquido, representa menos do que 1% de toda a água do planeta e não está concentrada, muito menos igualmente distribuída. Essa quantidade deve abastecer mais de 7 bilhões de pessoas no planeta além de suprir necessidades do setor industrial e da agricultura. Todos esses setores da economia demandam grande quantidade de água e esta deve possuir boa qualidade.

Outro fator que leva a ausência de água é quando esta existe em grande quantidade, porém o seu uso ocorre de forma descontrolada. Degradação do solo e dos rios, assoreamento, desmatamento, poluição, são alguns exemplos que levam ao esgotamento da água potável. O Brasil é um exemplo de país que possui grande reservatório de água potável, seja em aquíferos, rios ou lagoas. Porém, por muitos séculos essa água foi usada de forma inadequada, havendo intenso desmatamento dos terrenos da bacia hidrográfica e poluição dos recursos hídricos. Como consequência, hoje várias regiões do país possuem períodos de escassez de água, seja por seu esgotamento ou pela poluição.

Para tentar reverter e minimizar os problemas relacionados à água e para criar uma gestão equilibrada, em 1997, foi aprovado a Lei federal 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual criou o sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Essa Lei define a água como recurso natural limitado, dotado de valor econômico, que pode ter usos múltiplos (consumo humano, produção de energia, transporte, lançamento de esgotos, entre outros). Esta lei também descentraliza a gestão dos recursos hídricos, sendo responsáveis por esta gestão representantes do Poder Público, dos usuários de água e das comunidades. Devem ser criados Comitês de Bacias para gerenciar os recursos hídricos no território em consonância com outras instâncias político-administrativas.

Um dos instrumentos da Lei federal 9.433/1997 é o Plano de recursos hídricos. Este é um plano diretor que visa fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos dentro da bacia hidrográfica. O conteúdo inicial para a elaboração do plano é o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos. É por meio desse estudo que são entendidas as condições físicas da bacia e as atividades humanas desenvolvidas nela, além do conhecimento das demandas por água. Estes dados vão contribuir para o entendimento da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica e as formas de apropriação dos recursos hídricos.

Uma boa fonte de informações sobre as atividades humanas na bacia é o mapeamento do uso da terra. Este material mostra onde há desmatamento, possíveis pontos de poluição, as demandas por água, além de colaborar para a identificação e análise das áreas de infiltração, evaporação e escoamento da água.

O município de Florianópolis/SC como qualquer outro território com clima úmido apresenta diversas bacias hidrográficas, contudo, não ocupam grandes extensões, com exceção das bacias do rio Ratones e do rio Tavares. Porém essas bacias vêm sendo densamente ocupadas por diferentes usos humanos, especialmente em seus baixos vales, onde os terrenos são mais suaves.

O abastecimento público de água não é garantido apenas pelos reservatórios presentes no município, mas há muitos lugares nele que dependem apenas da água dos rios que descem as encostas cristalinas e da Lagoa do Peri. Contudo, é necessário pensar também na preservação dos recursos hídricos do

município por sua importância para a biodiversidade, o funcionamento do meio físico e os usos turísticos e recreativos. Diante disso, não há nenhum comitê de bacias hidrográficas estabelecido no município e muito menos um diagnóstico da situação dos recursos hídricos presentes em seu território.

O sistema hidrográfico do rio Tavares é uma região do sul do município de Florianópolis que congrega as bacias hidrográficas que deságuam no Manguezal do Rio Tavares, incluindo a bacia deste último que é a maior delas. Os terrenos deste sistema hidrográfico vêm apresentando elevado crescimento populacional nas últimas décadas, com aumento das áreas urbanizadas. Este crescimento não é acompanhado do devido planejamento urbano e ambiental.

A disponibilidade da água presente neste sistema hidrográfico pode estar comprometida em função deste aumento da ocupação humana. Esta região apresenta ambientes costeiros e continentais que a princípio deveriam apresentar significativa disponibilidade de água. É interessante saber se isso se confirma a partir do estudo das características naturais da bacia e da sua ocupação humana. Também é importante compreender o quanto a ocupação humana compromete os recursos hídricos da bacia.

Desta forma, este estudo tem como finalidade elaborar um diagnóstico preliminar das condições hídricas da bacia do rio Tavares a partir do conhecimento da estrutura e funcionamento dos ambientes naturais e da ocupação humana nos terrenos da bacia. Os resultados da presente pesquisa poderão subsidiar um futuro Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio Tavares, assim como o plano diretor do município, entre outros.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

Discutir as características e o uso antrópico dos ambientes naturais na bacia do rio Tavares em relação à quantidade e qualidade de água.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar e analisar as variáveis do meio físico e cobertura vegetal;
- Delimitar e caracterizar, em termos de estrutura dinâmica, os ambientes naturais presentes na bacia do rio Tavares;
- Analisar o uso e cobertura da terra na bacia do rio Tavares em relação à quantidade e qualidade de água;
- Verificar a adequação do uso da terra com a preservação da quantidade e qualidade de água na bacia do rio Tavares.

2 DINÂMICA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

A degradação dos corpos d'água tem alcançado níveis surpreendentes no Brasil e no mundo. O crescimento acelerado da população, a urbanização, a geração de energia e a industrialização causam a exploração intensa e a poluição das águas. Isto demanda uma necessidade emergencial de estudos sobre a dinâmica das bacias hidrográficas. É nessa unidade territorial onde ocorrem mais intrinsecamente as interações entre os aspectos físicos e humanos.

No Brasil, as ferramentas de gestão de recursos hídricos nas bacias, previsto pela Política Nacional de Recursos Hídricos, não são efetivamente aplicados, principalmente pela falta de informações sobre a dinâmica das bacias hidrográficas. Para iniciar a implementação da lei 9.433/1997 é preciso a elaboração de um plano de recursos hídricos. Este é constituído de um diagnóstico, prognóstico e de um plano de ações.

2.1 BACIA HIDROGRAFICA

Com a importância alcançada pelo uso econômico dos recursos hídricos na sociedade, o estudo de bacias hidrográficas é estratégico. Além disso, adotou-se preferencialmente a bacia hidrográfica como unidade territorial, tornando-se uma referência espacial destacada, tanto no planejamento ambiental como no territorial e, ainda, fundamentando boa parte da legislação ambiental no Brasil e em muitos países (SILVEIRA, 1993).

Rodrigues e Adami (2005) definem bacia hidrográfica como sendo um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou uma rede de canais fluviais.

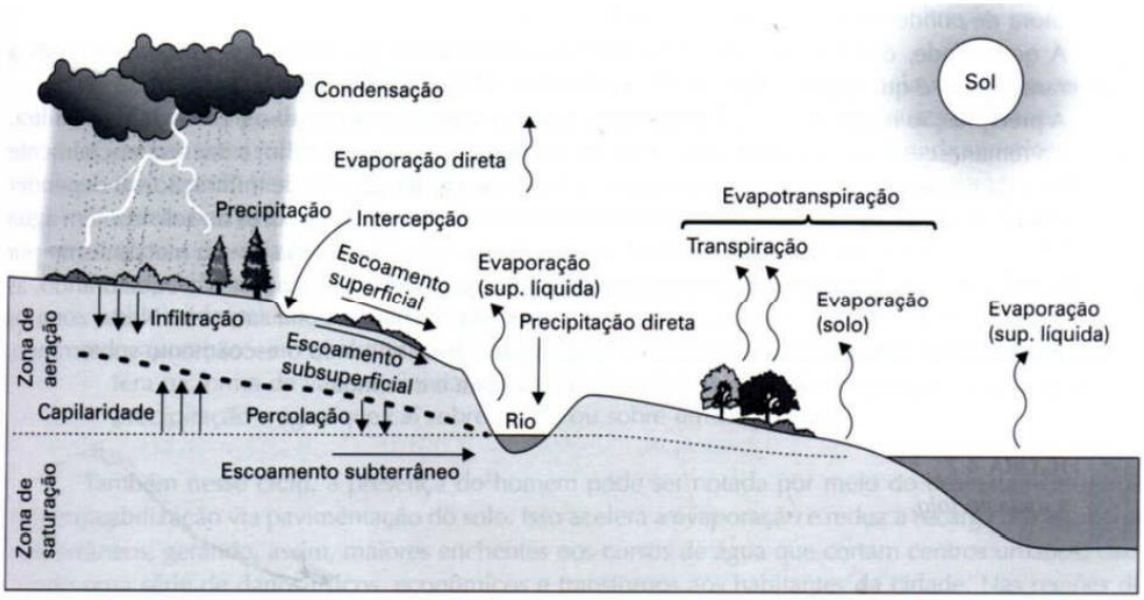
Para Silveira (1993), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. Para o autor, a bacia compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies em forma de vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório.

Segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos "a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos" (BRASIL, 1997). É dentro da bacia hidrográfica que todas as variáveis físicas vão se inter-relacionar, juntamente com as características sociais e econômicas das sociedades humanas.

2.2 CICLO HIDROLÓGICO

A água pode ser encontrada no estado sólido, líquido ou gasoso nas partes mais superficiais do planeta Terra. Ela está na atmosfera, na superfície terrestre, no subsolo e nos oceanos, mares, rios e lagos. Em sua constante movimentação nestes locais, configura o chamado ciclo hidrológico (Figura 1).

Figura 1. Ciclo hidrológico



Fonte: BRAGA, 2002.

Silveira (1993) explica que o ciclo hidrológico é um fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação da terra. Para o autor, o intercâmbio entre as circulações da superfície terrestre e da atmosfera ocorre em dois sentidos: a) no sentido superfície-atmosfera, onde o fluxo de água ocorre fundamentalmente na forma de vapor, como decorrência dos fenômenos de evaporação e de transpiração, sendo este último um fenômeno biológico; b) no sentido atmosfera-superfície, onde a transferência de água ocorre em qualquer estado físico, sendo mais significativas, em termos mundiais, as precipitações de chuva e neve.

Portanto, pode-se dizer que o ciclo hidrológico pode ser apresentado inicialmente a partir do processo de evaporação das águas presentes na superfície da Terra em estado líquido. Parte dessa água evaporada alcança certos limiares na atmosfera e se condensa, podendo depois precipitar. Parte dessa precipitação pode ser absorvida pelas plantas ou evaporada pela energia do Sol. O restante que alcança o solo pode seguir diversos caminhos: infiltrando no solo até alcançar o lençol freático ou escoando pela superfície até encontrar reservatórios maiores para desaguarem. Para depois evaporar novamente com a energia do sol, continuando o ciclo.

Compõem o ciclo hidrológico diferentes processos: a precipitação, a interceptação, a evaporação e evapotranspiração, a infiltração e o escoamento superficial. Sendo um ciclo, é difícil estabelecer um ponto de partida, porém, a literatura especializada costuma analisar como primeiro componente, a precipitação. A partir dos destinos que a água toma depois que chega na superfície pela precipitação se insere os outros componentes do ciclo hidrológico. É esquematicamente simples, mas na realidade é um processo extremamente complexo e abrangente.

2.2.1 Precipitação

Entende-se precipitação atmosférica como o conjunto de águas originadas do vapor de água atmosférico que cai em estado líquido ou sólido, sobre a superfície da terra (GARCEZ; ALVAREZ, 1988). O conceito engloba a chuva, neve, granizo, nevoeiro, sereno e geada. O que diferencia essas formas de precipitação é o estado em que a água se encontra. Por sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante para a hidrologia.

Resumidamente, a precipitação nada mais é do que a transferência da água da atmosfera, no estado gasoso, para a Terra no estado líquido ou sólido e compreende um dos componentes mais importantes do ciclo hidrológico, além de ser normalmente o principal alimentador de uma bacia hidrográfica.

O vapor de água contido na atmosfera constitui um reservatório potencial de água que, ao condensar-se, possibilita a ocorrência de precipitação. A origem das precipitações está ligada ao crescimento das gotículas das nuvens, o que ocorre quando forem reunidas algumas condições.

Garcez e Alvarez (1988) estima que a quantidade de água presente nas nuvens não extrapola 2 a 3g por metro cúbico. Quando essas gotículas de água presentes nas nuvens aumentam de volume, elas ganham peso superior às forças que as mantem em suspensão e consequentemente pela ação da força da gravidade, elas precipitam. Essas nuvens podem ser realimentadas por vapor de água proveniente de fora das nuvens, fato que explica chuvas de longa duração.

Considera-se necessário o estudo e quantificação do regime de precipitação (comportamento das características da precipitação em determinado

intervalo de tempo) dentro de uma bacia hidrográfica para compreender melhor sua dinâmica. Desta forma, é possível analisar a disponibilidade hídrica da bacia para diferentes usos, como irrigação e abastecimento para consumo doméstico, além do controle de erosão do solo e inundação. Este tipo de estudo subsidia a gestão do território em que está inserida a bacia hidrográfica.

2.2.2 Interceptação

Segundo Machado e Torres (2012), a interceptação é o processo de retenção de parte da chuva precipitada, evitando desse modo que ela atinja diretamente o solo, diminuindo a energia cinética das gotas e minimizando a erosão. Ela pode ocorrer devido à vegetação ou outra forma de obstrução do escoamento. O volume retido da água é perdido por evaporação, retornando a atmosfera. Esse processo interfere no balanço hídrico da bacia, funcionando como um reservatório que armazena uma parcela da chuva fora do solo.

A interceptação vegetal depende de vários fatores: como as características da precipitação (intensidade, volume precipitado e chuva antecedente), a densidade e o porte da vegetação e, ainda, o período do ano, pois este último interfere nos estágios fenológicos da vegetação e no regime da precipitação (SILVEIRA, 1993).

2.2.3 Evaporação e evapotranspiração

A evaporação é o processo natural através do qual a água, a partir de uma superfície de água ou de uma superfície úmida ou molhada, passa para a atmosfera sob a forma de vapor, a uma temperatura inferior àquela de ebulição (MACHADO; TORRES, 2012). Essa evaporação ocorre em oceanos, rios, na neve, em reservatórios de água, em locais com orvalho ou geada e da água da chuva que se depositou sobre a superfície. O processo somente poderá ocorrer naturalmente se houver ingresso de energia no sistema, proveniente do Sol, da atmosfera, ou de ambos e, será controlado pela taxa de energia, na forma de vapor de água, que se propaga da superfície da Terra (SILVEIRA, 1993).

Para medir a evaporação em uma estação meteorológica existem dois aparelhos: evaporímetro e o atmômetro. O evaporímetro é um tanque que contém

água diretamente sujeita a evaporação, enquanto o atmômetro faz o uso de uma superfície porosa através do qual ocorre a evaporação (MACHADO; TORRES, 2012).

Segundo Garcez e Alvarez (1988), transpiração é o processo de evaporação da água que foi utilizada nos diversos processos metabólicos necessários à atividade fisiológica dos vegetais. Segundo os autores, a transpiração ocorre através dos estômatos (poros na camada externa das folhas e caules, comuns nas partes verdes) das plantas, utilizando a água que absorveu do solo. Normalmente os estômatos ficam abertos durante o dia e fechados durante a noite.

A quantidade de agua transpirada diariamente é grande em relação às trocas de água na planta, de modo que se pode considerar o fluxo através da planta, em curtos períodos de tempo, como um processo em regime permanente (SILVEIRA, 1993).

Já a evapotranspiração é considerada com a perda de água por evaporação do solo e pela transpiração da planta. O solo, as plantas e a atmosfera podem ser considerados como componentes de um sistema fisicamente inter-relacionado e dinâmico, no qual os vários processos de fluxo estão interligados.

Garcez e Alvarez (1988) classificam a evapotranspiração como o conjunto de processos físicos e fisiológicos que provocam a transformação da água precipitada na superfície da terra em vapor.

Informações quantitativas da evaporação e transpiração, que se constituem em importante fase do ciclo hidrológico, são utilizadas na resolução de numerosos problemas que envolvem o manejo d’água. Irrigação de plantações, previsão de cheias, construção e operação de reservatórios, na secagem natural de produtos, são exemplos de processos que requerem dados confiáveis da evapotranspiração.

2.2.4 Infiltração

A infiltração é a passagem da água da superfície para o interior do solo, através da gravidade ou da capilaridade (MACHADO; TORRES, 2012). Portanto,

é um processo que depende de alguns fatores, como a natureza do solo, a quantidade de água e ar presentes no seu interior e do estado da sua superfície.

Para Martins (2005) a infiltração é o fenômeno de penetração da água nas camadas de solo próximas a superfície do terreno, movendo-se para baixo, através de vazios, sob a ação da gravidade, até atingir a camada-suporte que a retém, formando então a água do solo.

Em um solo natural, o fenômeno de infiltração pode ser ainda mais complexo se os horizontes, desde a superfície até a zona de alteração próxima a rocha, tiverem texturas e estruturas diferenciadas, apresentando comportamentos hidráulicos diferentes.

Segundo Martins (2005) existem três fases principais da infiltração: a) fase de intercâmbio: quando a água está próxima à superfície sujeita a ser evaporada ou absorvida pelas raízes das plantas; b) fase de descida: é o deslocamento vertical da água quando o seu próprio peso supera a adesão e a capilaridade; c) fase de circulação: devido ao acúmulo de água (saturação), são constituídos os lençóis subterrâneos, cujo movimento se deve também a ação da gravidade.

Segundo Machado e Torres (2012), à medida que a água infiltra pela superfície, as camadas superiores do solo vão-se umedecendo de cima para baixo, alterando gradativamente o perfil de umidade, até alcançar o ponto de saturação e assim descer para as camadas inferiores. Os autores também afirmam que quando acaba a infiltração, a umidade do interior do solo se redistribui, evoluindo para um perfil de umidade inverso, com menor teor de umidade próximo a superfície e maior nas camadas mais profundas. Porém, nem toda umidade é drenada para as camadas mais profundas do solo, já que parte é transferida para atmosfera como evapotranspiração. Esta água pode ainda ser consumida pelas plantas ou ficar retirada nos poros menores do solo sob efeito de adesão e capilaridade.

A partir do momento em que a água infiltra no solo e fica acumulada em um determinado reservatório abaixo, tem lugar a fase subterrânea do ciclo hidrológico. Esse processo ocorre na fase de circulação, formando o lençol (MACHADO; TORRES, 2012). Segundo os autores, dois tipos de lençol podem ser constituídos: o lençol freático, quando a superfície do material saturado é livre e está sujeita a pressão atmosférica, e o lençol cativo, que está confinado entre

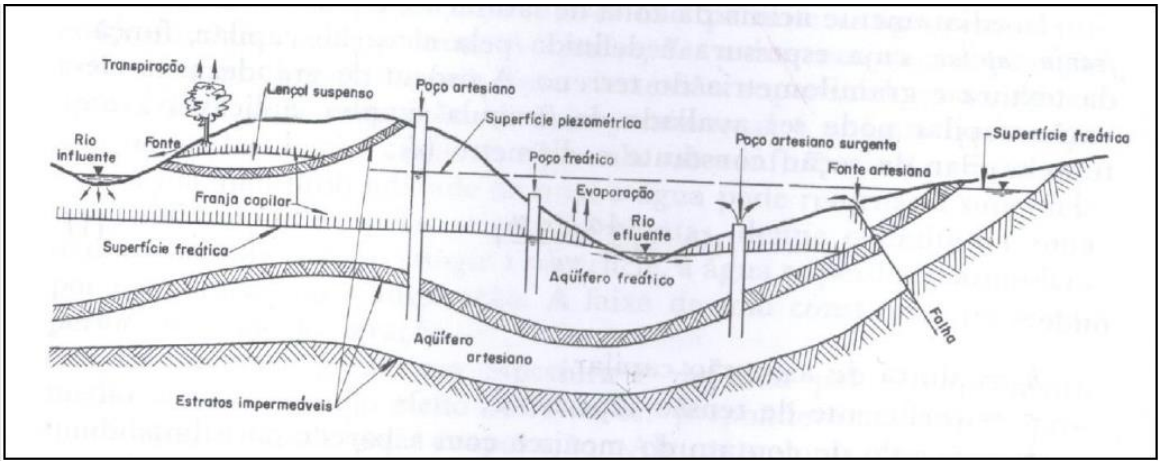
duas camadas impermeáveis, sendo a pressão na superfície superior diferente da atmosfera.

A água subterrânea pode ser definida como toda a água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo todos os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, em mantos de alteração (zona saturada) de rochas e/ou solos, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactadas. Ao ser submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e banhados (MACHADO; TORRES, 2012).

A área de alimentação (recarga) dos lençóis está geralmente em cotas topográficas mais altas e estes são abastecidos pela água da chuva direta ou pelo degelo. Esta área deve ser preservada, para que todo o aquífero permaneça protegido. A descarga dos aquíferos ocorre em cotas inferiores a partir de nascentes difusas (áreas alagadas ou banhados) ou pontuais (olhos d'água). O rio ainda pode ser abastecido diretamente pelo lençol freático por estar correndo exatamente em cima dele.

Ns De acordo com Pinto apoud Martin(1976), poços perfurados em aquíferos freáticos indicam a localização pontual da superfície freática e poços artesianos indicam o nível da pressão dominante no aquífero artesiano (Figura 2).

Figura 2. Formas de ocorrência da água subterrânea.



Fonte: Pinto apud Martins, 1976, p.70.

Quando a capacidade de infiltração é superada pela velocidade das chuvas ou quando o solo já está saturado, não permitindo mais a infiltração, ou quando o próprio nível do lençol freático sobe, o movimento das águas tende a ser livre

sobre os terrenos, seguindo a gravidade. Quando este movimento ocorre, corresponde a mais uma etapa do ciclo hidrológico, o escoamento superficial.

2.2.5 Escoamento superficial

O escoamento superficial é o deslocamento da água, derivada principalmente da precipitação, na superfície da Terra. Ele abrange desde o excesso de precipitação que ocorre logo após uma chuva intensa e se desloca livremente pela superfície do terreno, até o escoamento de um rio, que pode ser alimentado tanto pelo excesso de precipitação como pelas águas subterrâneas (VILLELA; MATOS, 1975).

Do volume total da precipitação que atinge a superfície do solo, parte é retida em depressões do terreno, outra parte é infiltrada e a parte restante escoa pela superfície logo que a intensidade da precipitação supera a capacidade de infiltração do solo e os espaços nas superfícies retentoras tenham sido preenchidos (MACHADO; TORRES, 2012).

Christofoletti (1980, p. 30) diferencia dois tipos de escoamento:

> Escoamento pluvial difuso que são quando as águas escorrem sem hierarquia e fixação de leitos, anastosamosando-se constantemente, e o escoamento concentrado ou enxurradas, que é quando as águas se concentram, possuindo maior competência erosiva e fixando o leito, deixando marcas na superfície terrestre.

A trajetória da água na superfície é determinada pelas linhas de maior declive e são influenciados pelos obstáculos existentes no caminho, como grânulos, folhas, galhos presentes na superfície. Nessa fase ocorre o movimento das águas livres. À medida que as águas vão atingindo os pontos mais baixos do terreno, passam a escoar em canalúculos que formam a microrrede de drenagem (MACHADO; TORRES, 2012). Segundo Garcez e Alvarez (1988), sob a ação da erosão, vai aumentando a dimensão desses canalículos e o escoamento se processa cada vez por caminhos preferenciai. Os autores afirmam que se formam as torrentes, cuja duração está associada praticamente a precipitação. A partir delas, formam-se os cursos d'água, com regime de escoamento dependendo da água superficial e da contribuição do lençol subterrâneo.

Os processos naturais do ciclo hidrológico são responsáveis por grande parte da dinâmica de uma bacia de drenagem e determinam, principalmente, a entrada e saída do fluxo de água desse sistema, ou seja, condicionam a disponibilidade hídrica da bacia. Dessa forma, para realizar uma eficiente gestão de recursos hídricos de bacias hidrográficas, necessita-se conhecer e avaliar a quantidade e a qualidade da água dentro de uma bacia hidrográfica.

2.3 ASPECTOS QUANTITATIVOS DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

Os aspectos quantitativos estão relacionados à disponibilidade hídrica da bacia. A quantidade de água dentro de uma bacia hidrográfica vai variar conforme as características físicas, como a geologia, a geomorfologia e o clima, entre outras. Cada uma dessas variáveis influencia diretamente na quantidade de água disponível, sendo que a inter-relação entre esses fatores é essencial para conhecer a disponibilidade hídrica da bacia.

Além das características físicas, a ocupação humana também interfere diretamente. Canalização, impermeabilização do solo, modificações na cobertura vegetal, são alguns dos fatores que interferem em todo o ciclo hidrológico, muitas vezes o desestabilizando.

Para o uso humano, na maioria das vezes, utiliza-se água proveniente de rios, lagos e do lençol subterrâneo, são essas as principais fontes de água potável. Porém, conforme as características físicas e a ocupação humana, a quantidade de água disponível pode variar ao longo do ano e do espaço, de acordo com os regimes pluviométricos e de gelo/degelo.

Em relação a recursos superficiais, Christofoletti (1980, p.103) coloca que "A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total e de seu regime, e das perdas devidas à evapotranspiração e à infiltração". Para um planejamento de recursos hídricos bacias hidrográficas, mostra-se necessário a obtenção de informações e dados confiáveis da demanda e da oferta hídrica de uma bacia hidrográfica.

Já o armazenamento nos lençóis subterrâneos está ligado às características climáticas e geológicas, como o tipo de rocha ou sedimento que

armazena a água, sua espessura e extensão, a localização e tamanho da zona de recarga, entre outros. A exploração da água dos lençóis pelo homem também interfere na quantidade de água do lençol, pois a maior velocidade de retirada da água pode não acompanhar a recarga (MACHADO; TORRES, 2012).

Autores como Braga, Porto e Silveira (2002) afirmam que para se estimar a quantidade de água disponibilizada por uma bacia é necessário existir redes de monitoramento específico, tanto das águas atmosféricas, referente às precipitações, maior contribuinte, quanto das próprias águas superficiais e subterrâneas, localizados em vários pontos da área envolvida.

No Brasil, este monitoramento cabe ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), que disponibilizam dados referentes a previsões e medições de precipitação e evaporação.

A agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Agência Nacional de Águas (ANA) contribuem por meio da instalação e operação de redes hidrométricas e estações fluviométricas, disponibilizando informações quantificadas das águas superficiais, como medições de descarga líquida, volume, áreas inundadas, entre outras, indispensáveis ao planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Segundo orientações da ANA, o conceito de rede hidrométrica corresponde ao conjunto de pontos de monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade de água, com coleta de dados de precipitação, nível de água em reservatórios, descarga líquida, descarga sólida e de parâmetros de qualidade de água. Dados de vazão ao longo do tempo podem ser obtidos em alguns rios a partir do nível da água medido com réguas linimétricas quando já se tem a curva-chave da relação altura/vazão no rio.

Além da disponibilidade hídrica natural das bacias hidrográficas a partir dos processos físicos do ciclo hidrológico, os aspectos quantitativos também se referem à demanda hídrica da região, que estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento econômico, ao crescimento populacional das comunidades interligadas à bacia, aos tipos de uso de água e a própria conservação da bacia como um todo. E é nesse aspecto no qual mais se necessita da gestão, uma vez que observado a má utilização desses recursos, seja pelo desperdício, pelos usos com irrigação, abastecimento industrial, agricultura, ou pela própria poluição das

águas superficiais e subterrâneas. A avaliação tanto dos aspectos quantitativos quanto dos aspectos qualitativos dos recursos hídricos de uma bacia mostra-se necessárias principalmente por estes serem fontes de recursos ao homem.

2.4 ASPECTOS QUALITATIVOS DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

Sendo a água um manancial, o resultado da drenagem de sua bacia de contribuição, sua qualidade e, portanto, suas características físicas, químicas, biológicas e ecológicas se encontram sempre na dependência direta das ações de uso do solo, bem como o grau de controle que se tem (ou não) sobre essas fontes.

A qualidade de qualquer reservatório de água está sob a constante ameaça de ação degradadora de certos organismos e substâncias poluentes. Estas podem originar-se de fontes pontuais, como esgotos domésticos ou efluentes industriais, ou de fontes dispersas, como campos agrícolas.

Segundo Machado e Torres (2012), a água apresenta uma multiplicidade de usos que podem ser agrupados em: usos consuntivos – em que o uso da água implica no seu consumo, na sua redução quantitativa (abastecimento público, uso residencial e industrial, dessedentação de animais, irrigação, entre outros) – e o uso não consuntivos – em que não há o consumo ou modificação da água de forma expressiva, como por exemplo, lazer, recreação, turismo, pesca, navegação, entre outros.

Para atender a cada uma dessas modalidades de uso são exigidas algumas características específicas da água, bem como lhe são impostas algumas limitações em relação aos tipos e à quantidade de impureza presentes. Assim, a qualidade desejada para cada recurso hídrico vai depender dos usos para os quais o mesmo se destina (MOTA, 1988).

De acordo com Benetti e Bidone (1997), a qualidade da água é representada por características próprias que permitem essas variadas finalidades. Essas características são chamadas de parâmetros de qualidade.

Para cada uma dessas finalidades, existem elementos ou parâmetros específicos a serem analisados, com maior ou menor importância, dependendo do uso. Salinidade, toxicidade, pH (potencial de hidrogênio), OD (Oxigênio

Dissolvido), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), temperatura, grau de eutrofização, presença de substâncias químicas com origem em defensivos agrícolas, coliformes fecais, metais pesados, nitrogênio, fosfatos, resíduos, e turbidez são os elementos parâmetros mais analisados, dependendo do tipo de uso no qual a água será destinada e de qual tipo de uso da terra que possa ser foco de poluição.

Os elementos mais adotados como parâmetros de qualidade da água, segundo Machado e Torres (2012), referem-se àqueles que podem ser relacionados com o lançamento de matéria orgânica e a presença de OD, DBO e coliformes fecais, pois indicam a contaminação dos rios. São considerados, por muitos autores, os melhores parâmetros para diagnosticar a qualidade dos recursos hídricos.

Para regularizar a qualidade da água para os devidos fins, no Brasil foi criada a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, e que traz também diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Nela, os corpos d'água são caracterizados por parâmetros específicos para cada tipo de uso, estabelecendo um padrão de qualidade que apresenta a máxima concentração de certos elementos químicos, coliformes fecais, óleos, espumas e outras substâncias que possam estar na água. A análise desses parâmetros objetiva controlar a entrada de poluentes e proibir o lançamento de níveis nocivos ao ser humano nestes corpos d'água (BRASIL, 2005). Nessa resolução, as águas brasileiras foram divididas em três classes: doce, salgada e salina, conforme sua destinação final ou segundo seus preponderantes.

A água doce é dividida em 5 classes, ou seja, aquelas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰ (BRASIL, 2005), são elas:

a) classe especial: são as águas de melhor qualidade, não possuem organismos ou substâncias contaminantes em quantidades detectáveis. É a que possui maior valor e proteção, podendo ser destinada para consumo humano com desinfecção, e para preservação dos ecossistemas aquáticos.

b) classe 1: não apresenta óleos, graxas, espumas, gosto ou odor, não deve ter mais que 200 coliformes por 100ml em 80% ou mais, na análise de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, entre outros parâmetros. Também pode ser utilizada para abastecimento de consumo

humano, porém deve ter tratamento, para irrigação de hortaliças e pode ainda servir para recreação e lazer de contato primário, como mergulho.

c) classes 2: tem os mesmos padrões e condições de qualidade da classe 1, porém pode conter um limite de coliformes fecais de 1000ml em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas a cada bimestre durante o período de um ano. Pode conter pequena densidade de cianobactérias e até certo teor de fósforo. As águas enquadradas nesta classe ainda podem ser usadas para consumo humano, depois do emprego de tratamentos convencionais, e para recreação de contato primário.

d) classe 3: as águas desta classe têm qualidade pior do que as águas da classe 2 e só podem ser usadas para abastecimento para consumo humano com tratamentos específicos, para recreação somente de contato secundário, como navegação, pesca amadora. Também é permitido seu uso para irrigação de culturas de maior porte e dessedentação de animais.

e) classe 4: é a que apresenta pior qualidade, por exemplo é permitido uma taxa de oxigênio dissolvido superior a 2,0mg/L (na classe 3, este parâmetro não deve ser menos que 4,0mg/L) e também são toleradas iridescências de óleos e graxas. Por isso, as águas desta classe somente podem ser destinadas para navegação e harmonias paisagísticas.

Dessa forma, conhecer o potencial hídrico disponível e a demanda hídrica, além dos tipos e quantidades de organismos vivos e de substâncias presentes no corpo hídrico são dados que se mostram necessários para a gestão dos recursos hídricos, seja para abastecimento humano ou para demais usos, como produção industrial, irrigação, recreação, dessedentação animal, entre outros.

2.5 LEGISLAÇÃO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Desde os seus primórdios, o Homem tem se estabelecido próximo aos cursos dos rios e a primeira intenção provavelmente deve ter sido pela proximidade de fonte de água para suprir suas necessidades biológicas, bem como de seus rebanhos, aproveitando ainda a existência de extensas planícies naturalmente férteis, para a exploração da agricultura em seus vales.

Desde o surgimento das primeiras sociedades a água sempre foi fator essencial para o desenvolvimento. E com o crescimento acelerado da população, a quantidade de água utilizada também aumentou, porém geralmente sem planejamento.

No Brasil, a primeira legislação federal que falava sobre recursos hídricos foi a constituição federal de 1916, onde menciona que os rios são bens de domínio público(MAGALHÃES JÚNIOR, 2010). Posteriormente, em 1934 foi criado o Código de Águas, onde foram estabelecidas as águas comuns públicas e particulares, sendo que esta última englobava as nascentes e todas as águas situadas em terrenos privado (MAGALHÃES JÚNIOR, 2010). Até esse ano, utilizava-se a água sem nenhum cuidado com degradação, poluição ou esgotamento, até porque o pensamento que se tinha é que a água é um produto inesgotável.

Também nesse Decreto, o Art. 43 afirma que as águas públicas não podem ser derivadas (desviadas) para as aplicações da agricultura, da indústria e da higiene, sem a existência de concessão administrativa, caso seja caracterizada utilidade pública nestes usos. Se não for o caso de utilidade pública, estas águas podem ser desviadas a partir de um documento de autorização administrativa, que será dispensado caso as derivações sejam insignificantes (BRASIL, 1934). Estas condições sofreram transformações com a implantação da Lei 9.433/1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

No século XX, o Brasil apresentou grande crescimento da população, com surgimento de muitas indústrias, comércio e serviços, além de expansão da fronteira agrícola e formação da matriz energética baseada em energia hidroelétrica. Como consequência, o Código de Águas logo se tornou obsoleto. Para acompanhar o crescimento do país, em 1981, houve a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981). Nesta Lei há menção sobre os recursos hídricos, porém sem muita complexidade. Para suprir a necessidade de se ter uma legislação específica sobre os recursos hídricos no Brasil, criou-se a Política Nacional de Recursos Hídricos em 1997.

2.5.1 Lei federal nº 9.433/1997

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) compõe o principal instrumento de gestão dos recursos hídricos do Brasil. A partir desta lei, houve uma modernização referente a gestão da água no Brasil.

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi baseada em um modelo de gestão Francês, e tem como objetivo garantir a disponibilidade de água a atuais e futuras gerações, através da gestão sistemática e indissociável, dos aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos (MAGALHÃES JÚNIOR, 2010).

Dentre os fundamentos da lei, destaca-se que a água é considerada um bem de domínio público, limitado e de valor econômico. Além disso, estabelece que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Para alcançar os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), alguns instrumentos essenciais ao gerenciamento dos recursos hídricos devem ser instituídos, conforme o Art. 5º da Lei Federal 9.433/97 são eles:

> Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:
> I - os Planos de Recursos Hídricos;
> II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
> III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
> IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
> V - a compensação a municípios;
> VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. (BRASIL, 1997)

O Plano de Recursos Hídricos é um dos instrumentos presentes na Política Nacional dos Recursos Hídricos, ele é um termo de referência a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, ou seja, é um instrumento fundamentador para a implantação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Para efetivar toda a Política Nacional de Recursos Hídricos foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, o qual é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), pela Agência Nacional de Águas (ANA), pelos Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, pelos Comitês de Bacia Hidrográfica e pelos órgãos dos poderes públicos federais, estaduais e municipais e pelas agências de águas locais

(BRASIL, 1997). Este sistema objetiva implementar e coordenar o novo modelo de gestão da água no Brasil, procurando planejar, regular e controlar o uso, preservação e recuperação dos recursos hídricos e promover a cobrança pelo uso conforme instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

2.5.2 Comitê de bacia hidrográfica

Os Comitês de Bacias são organizações que pela lei federal 9.433/97, devem tomar as decisões sobre o uso dos recursos hídricos para cada bacia hidrográfica brasileira, ou seja, são entidades descentralizadas, por bacia hidrográfica, no qual representantes do poder público, dos usuários e da sociedade civil compõem o comitê (RODRIGUES, 2005). Para cada Comitê de Bacia Hidrográfica existirá uma Agência de Água local que funcionará como uma secretaria executiva do comitê (BRASIL, 1997).

Segundo o Art. 38 da Política Nacional de Recursos Hídricos, competem ao Comitê de Bacias Hidrográficas:

> I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
> II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
> III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;
> IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
> V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;
> VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;
> VII - (VETADO)
> VIII - (VETADO)
> IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo (BRASIL, 1997).

Caberá aos Comitês atuar em toda a bacia hidrográfica e suas sub-bacias componentes, promovendo questionamentos e discussões sobre os recursos hídricos em seu território, além de trabalhar para a articulação das diferentes entidades presentes na bacia e administrar os conflitos sobre o uso dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

O comitê tem também como atribuição a aprovação do Plano de Recurso Hídrico da bacia e o acompanhamento de sua execução, sugerindo medidas e providências para o cumprimento de suas metas. Questões relacionadas aos instrumentos da PNRH também são relativas ao comitê, pois ele pode propor a obrigatoriedade de outorga de direitos de uso da água, estabelecer mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos e sugerir valores a serem cobrados e, por fim, estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo de interesse comum ou coletivo na bacia hidrográfica (BRASIL, 1997).

2.5.3 Plano dos recursos hídricos

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores de longo prazo que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos (BRASIL, 1997). Eles são constituídos pelas etapas de diagnóstico, prognóstico e plano de ações, contemplando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e estabelecendo metas de curto, médio e longos prazos e ações para seu alcance (BRASIL, 2012). O Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos deverá incluir, no mínimo, os seguintes aspectos:

> I – caracterização da bacia hidrográfica considerando aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos, políticos e culturais;
> II – caracterização da infraestrutura hídrica;
> III – avaliação do saneamento ambiental;
> IV - avaliação quantitativa e qualitativa das águas superficiais e subterrâneas;
> V - avaliação do quadro atual dos usos da água e das demandas hídricas associadas;
> VI – balanço entre as disponibilidades e demandas hídricas avaliadas;
> VII – caracterização e avaliação da rede de monitoramento quali-quantitativa dos recursos hídricos;
> VIII - identificação de áreas sujeitas à restrição de uso com vistas a proteção dos recursos hídricos;
> IX – avaliação do quadro institucional e legal da gestão de recursos hídricos, estágio de implementação da política de recursos hídricos, especialmente dos instrumentos de gestão;
> X - identificação de políticas, planos, programas e projetos setoriais que interfiram nos recursos hídricos;
> XI – caracterização de atores relevantes para a gestão dos recursos hídricos e dos conflitos identificados (BRASIL, 2012).

Desta forma, destaca-se a importância de um diagnóstico nas bacias hidrográficas de forma a subsidiar o Plano de Recurso Hídrico, permitindo uma gestão mais adequada da água.

Esses planos estabelecem metas e objetivos de acordo com o planejamento de seus programas e projetos e devem ser construídos por bacia hidrográfica individualmente. Eles precisam ser orientados e aprovados pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, sendo frequentemente atualizados e reformulados conforme a dinâmica individual de cada bacia.

Uma abordagem interessante para a construção do plano de bacias é a elaboração de um diagnóstico das variáveis naturais da bacia e de seu uso humano de forma integrada. Sabe-se que na natureza um elemento condiciona e é condicionado por outro e que a ocupação humana dos espaços é mais ou menos influenciada pela estrutura e funcionamento dos ambientes naturais.

2.6 ANÁLISE INTEGRADA DE AMBIENTES NATURAIS

Os ambientes naturais da bacia hidrográfica e a ocupação humana que eles recebem, podem ser pensados na forma de sistemas, ou seja, como um conjunto de elementos que apresentam certas características e atributos que possuem relações mútuas, o qual pode ser recortado de um universo maior (todo). Christofoletti (1978) discute a abordagem sistêmica a partir da Teoria dos Sistemas proposta por Defay em 1929, ele explica que o conjunto pode apresentar elementos com relações externas a ele, mas, o mais importante é que o todo do conjunto é maior do que a simples soma das partes, pois agrega também o conjunto das relações entre os elementos.

Christofoletti (1979) afirma que os sistemas são esse conjunto, algo integrado que não atua de modo isolado, portanto, funciona dentro de um ambiente e fazem parte de um conjunto maior em que somente se as partes estiverem unidas, trabalhando em conjunto, poderão representar a totalidade.

Ao longo dos anos essa teoria foi sendo adaptada e incorporada pelas realidades locais. O geógrafo Sotchava em 1960 criou o conceito de geossistemas a partir de sua base de vivências, pesquisas e interpretações do espaço geográfico da sua terra natal, a antiga União das Repúblicas Socialistas

Soviéticas (URSS). A visão de Sotchava de Geossistema é regional e muito ampla, devido à extensão de sua área de análise (TROPPMAIR; GALINA, 2006).

Para Sotchava (1977), os geossistemas correspondem aos ambientes naturais sendo influenciados pelos fatores econômicos e sociais. O autor afirma que os fatores antropogênicos influenciam diretamente na dinâmica do ambiente, alterando o estado inicial do geossistema (ambiente natural). Ele também afirma que é possível fazer uma hierarquização dos geossistemas a partir de diferentes recortes espaciais, porém esta hierarquização não é ilimitada, pois suas subdivisões se encerram quando as unidades espaciais não possuem mais interdependências.

De acordo com Troppmair e Galina (2006), os Geossistemas são sistemas de ordem natural, unidades complexas e extensas que não atuam de modo isolado, mas sim integradamente, possuindo certa homogeneidade em seus componentes. No seu interior movimentam-se matéria e energia, sendo que o resultado da dinâmica entre suas estruturas, fluxos e relações formam o ambiente natural. Tem como características fundamentais, sua morfologia, dinâmica e exploração biológica.

Christofoletti (1980) também ressalta que o funcionamento dos Geossistemas possui interferência de atividades antrópicas e, por isso, deve-se levar em conta, além do sistema natural, as influências de fatores econômicos e sociais sobre os fatores naturais.

Na presente pesquisa, os ambientes naturais serão definidos a partir dos elementos e relações do meio físico e da cobertura vegetal. Os aspectos humanos serão estudados, pois estes interferem diretamente na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica.

Para a delimitação dos ambientes naturais a partir das variáveis do meio físico serão utilizadas como base as diferenciadas formas de relevo, pois a geomorfologia condiciona os diferentes processos do meio físico (formação de solo, erosão e deposição, processos hidrológicos, entre outros). As forças endógenas e exógenas atuando de forma conjunta influenciam na dinâmica dos meios biótico e abiótico que estão localizados na superfície terrestre. Para este autor, as formas do relevo são os resultados dos processos naturais, funcionando como um sistema. Também condicionam a ocorrência dos fenômenos, portanto possuem relação estrita e indissociável de causa e consequência.

A partir do momento que se conhece o meio físico, cobertura vegetal e suas inter-relações, torna-se recomendado fazer o planejamento ambiental como artifício para alcançar o desenvolvimento mais equilibrado do território e a manutenção da qualidade do ambiente físico, biológico e social. Desta forma adequando as ações humanas às potencialidades e limitações destes ambientes. O planejamento surge pela necessidade de organizar o uso da terra, compatibilizar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e melhorar a qualidade de vida das populações.

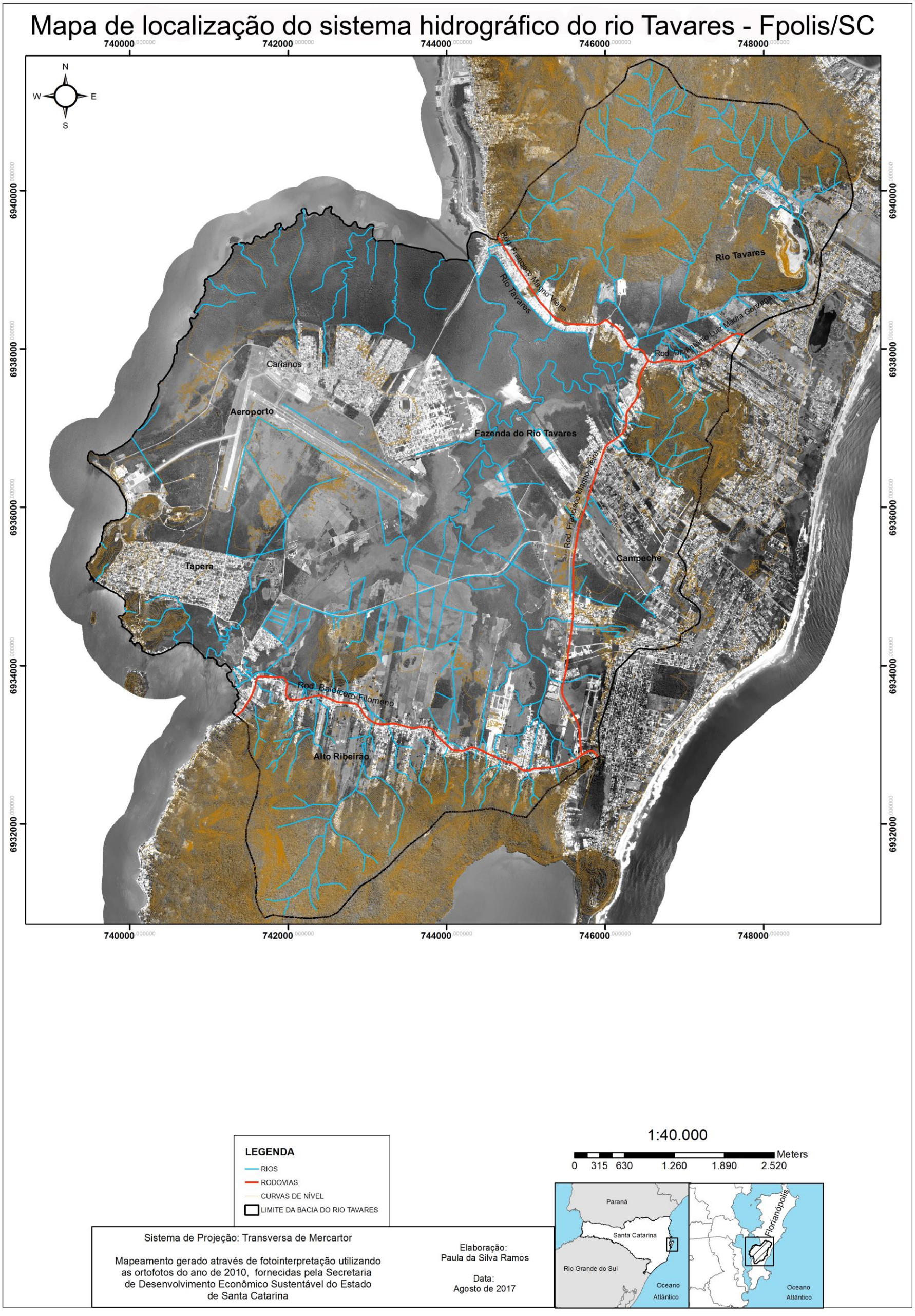
3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para a elaboração deste trabalho foi escolhida a região hidrográfica banhada pelos cursos d'água que convergem para o manguezal do rio Tavares, município de Florianópolis (Figura 3). Ela fica no setor sudeste da ilha de Santa Catarina. Compreende a área situada entre 27°38'58" e 27°43'14" lat. S e 48°31'18" e 48°31'58" long. W. É composta pelos seguintes localidades: Rio Tavares, Campeche, Fazenda do Rio Tavares, Carianos, Alto Ribeirão e Tapera.

A região hidrográfica do rio Tavares é ligada ao centro da cidade pela Rodovia Governador Aderbal Ramos da Silva. Também é cortada pela Rodovia Dr. Antonio Luiz Moura Gonzaga e pela Rodovia Baldicero Filomeno.

Inicialmente, esta região foi ocupada por imigrantes açorianos ainda no período colonial, e vivam basicamente da agricultura, como o café e a mandioca, da criação de bovinos e da pesca. Porém, a presença de solos arenosos e pouco férteis. A partir de 1980, assim como em toda a ilha de Santa Catarina, ocorreu uma grande onda migratória para o município, o que provocou um grande aumento populacional. A forte urbanização que ocorria no país todo chegou à área da bacia, trazendo também muitas pessoas interessadas no turismo de praias devido às belezas naturais que a ilha de Santa Catarina apresenta. Com esse crescimento populacional muitas terras foram desmembradas, dando espaço a lotes menores. No ano de 2010, segundo o Censo Demográfico produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísfica, a bacia possui aproximadamente 58.000 habitantes, onde há predominância de residências, comércios e pastagens

Figura 3. Mapa de localização do sistema hidrográfico do rio Tavares - Florianópolis/SC.



4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente estudo foram elaborados mapas e esboços temáticos, realizadas análise em campo e em materiais pré-existentes, para compreender as características físicas e de uso e ocupação da terra, suas relações com a disponibilidade hídrica da bacia.

Procurou-se estabelecer a delimitação da bacia do rio Tavares a partir da construção de um mapa-base utilizando os produtos do aerolevantamento realizado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina entre os anos de 2010 e 2013: MDT (*Model Digital Terrain*) e ortofotos digitais. O MDT possui precisão altimétrica de 1 metro e *grid* com resolução espacial de 1 metro (composto por uma matriz com *pixels* de 1x1 metro) e a ortofoto está em formato digital do tipo *raster* e seus *pixels* estão georreferenciados, sendo sua resolução espacial de 0,39 m.

A delimitação do sistema hidrográfico do rio Tavares é dificultada ao norte, ao sul e a leste pelas formas de relevo criadas pelas deposições marinhas e eólicas, como os terraços marinhos, campos de dunas da Joaquina e Campeche, pois estas formas são aproximadamente paralelas à linha da costa e composta de areia, configurando um grande aquífero. Desta forma, a delimitação foi feita com base nas áreas mais altas do relevo dos terraços, pois não existem encostas cristalinas nessa região.

O MDT foi a base para construir o relevo sombreado (*hillshade*), a partir de ferramentas do programa *ArcGIS*, que auxilia na delimitação da bacia e no conhecimento de suas formas de relevo e visualização de rede hidrográfica. Esta rede hidrográfica e outros corpos d'água foram obtidos da restituição feita pela equipe da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico e Sustentável responsável pelo aerolevantamento. Alguns rios foram acrescentados e outros foram corrigidos a partir da interpretação visual com uso das ortofotos digitais e do *hillshade*.

A importância dos aspectos climáticos para este estudo refere-se principalmente à precipitação e a temperatura, uma vez que representam fatores importantes para a disponibilidade hídrica, pela entrada e saída de água da bacia hidrográfica. Foram analisadas séries de dados da estação meteorológica do INMET de São José por seu tempo de monitoramento de mais de 30 anos e pela

disponibilidade dos dados na *web*. A partir destes dados, foram criados gráficos de precipitação total anual e mensal da área da bacia.

O mapa geomorfológico da bacia do rio Tavares foi elaborado na escala 1:40.000. Para sua execução foi utilizado as ortofotos digitais de 2010 da SDS, o *hillshade*, No item *ArcCatalog* do programa *ArcGis* foi criado um Geodatabase com as classes de geomorfologia, que foram transcritas em formato *shapefiles*, como polígonos. Para a representação dos divisores de água, cristas, anfiteatros e mudanças de inclinação foi criado um *Geodatabase* em formato de *shapefiles* de linhas, na forma de pontos são representados os Topos Angulosos, Topos Convexos e Quedas de declividade.

A primeira etapa foi a delimitação das classes, houve a análise das ortofotos, *hillshade,* curvas de níveis e imagens do Google Earth. Morros e montanhas foram identificados com topos angulosos e convexos. No sopé das encostas foram mapeadas as rampas e planícies colúvio-aluvionares. Estas são áreas mais baixas situadas em diferentes altitudes que recebem sedimentos menos selecionados das encostas próximas.

O esboço geológico foi elaborado na escala 1:40.000, através de fontes secundárias. Para os terrenos cristalinos foi utilizado o mapa baseado mapeamento geológico da Ilha de Santa Catarina, com escala de 1:50.000, realizado por Tomazzoli e Pellerin (2015). Para as áreas de depósitos sedimentares foi utilizado o mapa geológico da Ilha de Santa Catarina com escala de 1:100.000 produzido por Caruso Júnior (1993). Além destas fontes, também foram interpretados as ortofotos de 2010, o esboço geológico produzido por Postiglione (2011) e as visualizações das imagens presentes no programa *Google Earth.* Para o mapa geológico foi criado um *Geodatabase* em formato de *shapefile* de linhas e polígonos para as informações identificadas na área de estudo.

O esboço pedológico da bacia do rio Tavares foi produzido na escala 1:40.000, a partir dos mapeamentos elaborados para a ilha de Santa Catarina por Sommer e Rosatelli (1991). Também foram utilizados para auxiliar no detalhamento das informações sobre as classes de solos da bacia os mapeamentos realizados na presente pesquisa, como o de geomorfologia e o esboço geológico. Para o conhecimento dos solos da área de estudo foi utilizado o esboço pedológico produzido por Postiglione (2011) além de observações de campo e as imagens do programa *Google Earth*. No Esboço Pedológico constam

oito classes, sendo que entre estas, cinco são compostas por associações de dois ou mais tipos de solos conforme o ambiente em que ela está localizada. São elas:

- Argissolos, cambissolos e neossolos litólicos;
- Cambissolos e neossolos quartzarênicos;
- Neossolos quartzarênicos;
- Neossolos quartzarênicos hidromórficos;
- Neossolos quartazarênicos hidromóficos e neolossos quartzarênicos;
- Neossolos quartzarênicos hidromórficos, espodossolos e organossolos;
- Espodossolos e neossolos quartzarênicos e hidromórficos;
- Gleissolos tiomórficos.

O mapa de uso da terra da bacia do rio Tavares foi confeccionado na escala 1:40.000, a partir da interpretação das ortofotos digitais e controles de campo. Através da ferramenta *Editor* do *ArcMap*, presente no *software ArcGIS*, foram vetorizados polígonos para a representação de dez classes de uso da terra, sendo elas: Mata (capoeirão e floresta secundária), Capoeirinha, Vegetação Pioneira de Influência Flúvio-marinha, Manguezal, Silvicultura, Pastagem, Solo Exposto, Mineração e Área Urbanizada. No interior de algumas classes de uso e cobertura, constatou-se a presença de áreas úmidas sendo essas também representadas no mapa, pois elas são áreas de armazenamento de água e também muito vulneráveis. (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de uso da terra da área de estudo – Florianópolis/SC

CLASSE	COMPOSIÇÃO DA CLASSE
Mata (capoeirão e floresta secundária)	Capoeirçao, mata secundária e possível mata primária
Capoeirinha	Capoeirinha com pouca densidade de espécies
Vegetação Pioneira de Influência Flúvio-marinha	Vegetação que sofre influência do rio e do mar
Manguezal	Vegetação condicionada pela influencia das marés

Restinga	Vegetação que se desenvolve na planície costeira
Silvicultura	Plantação de *Pinus elliottii* e *Eucalypthus ssp.*
Pastagem	Áreas destinadas a pecuária ou sem utilização
Solo Exposto	Desmonte de terra para vários fins
Mineração	Mineração de granito
Área urbanizada	Área com densidade de edificações e arruamento

Fonte: Mapa de uso da terra da área de estudo – Florianópolis/SC.

Para analisar a disponibilidade hídrica do sistema hidrográfico Tavares, foram acoplados todas as informações das características físicas (clima, geologia, geomorfologia e pedologia) da área de estudo junto com o uso da terra, usando como orientação as classes geomorfológicas. Para facilitar a interpretação de todos os aspectos juntos foi elaborada uma tabela. Após isto, foi realizada uma análise de cada classe geomorfológica juntamente com as demais características, tentando compreender como elas juntas influenciam a disponibilidade hídrica da área de estudo.

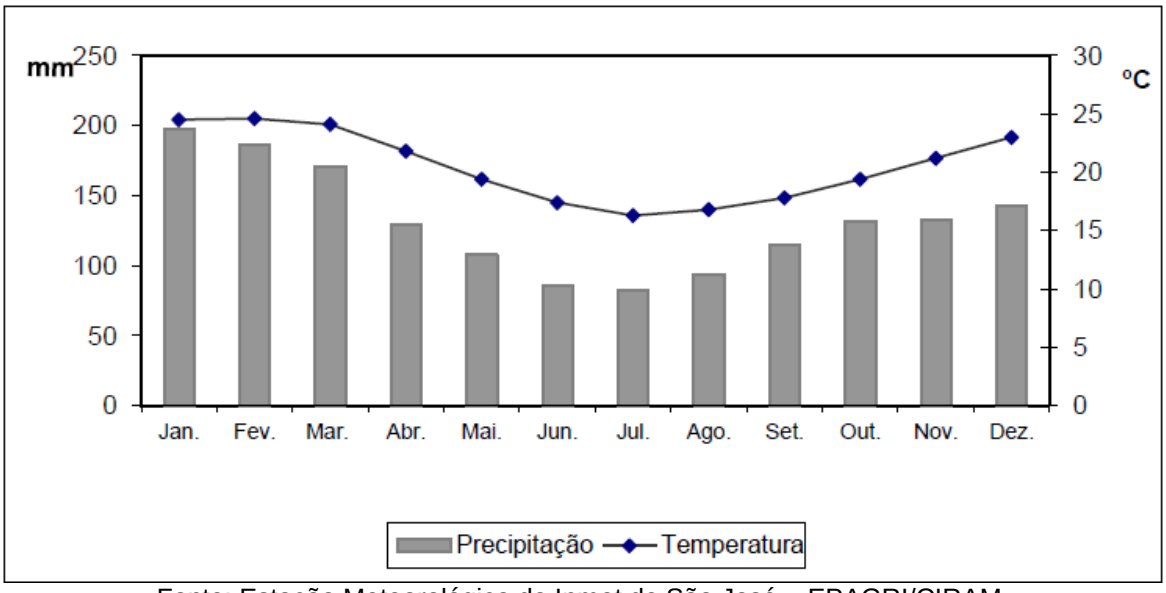
5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As variáveis físicas influenciam diretamente na quantidade de água disponível na bacia. Desta forma, a seguir será discutido como estes aspectos interferem na disponibilidade hídrica da área de estudo. Pois, por exemplo, em alguns lugares pode haver grande quantidade de água, porém ela está poluída, impossibilitando seu uso. Sabe-se que é difícil saber com precisão os valores absolutos da quantidade de água e de sua variação com o tempo.

5.1 ASPECTOS CLIMATICOS DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES

O clima do Estado de Santa Catarina é influenciado por diferentes fatores que influenciam o comportamento das temperaturas, chuvas, ventos, pressão barométrica ao longo do ano. A latitude subtropical, a proximidade com oceano, baixas altitudes podem ser elencados como alguns destes fatores. A localização ao sul do Trópico de Capricórnio propicia temperatura mais amena. Também atuam diferentes sistemas atmosféricos em cada estação do ano sobre o Estado.

Figura 4. Climograma do município de Florianópolis/SC.



Fonte: Estação Meteorológica do Inmet de São José – EPAGRI/CIRAM.

O gráfico das médias de precipitação e temperatura (Figura 4) de Florianópolis mostra que há uma diminuição das temperaturas, bem como das precipitações nos meses de inverno, junho e julho. No mês de junho, há a menor temperatura média, com 15ºC e também os menores valores de precipitação, com 70 milímetros. As temperaturas diminuem em função da maior declinação do Sol e da entrada no continente de massas polares. A precipitação diminui em função de que o sistema produtor de chuvas predominante nesta época é a frente fria e esta nem sempre ocorre com umidade em uma das massas de ar envolvidas. Também, nos dias de ocorrência de massa polar, há tempo bom, sem nuvens, a evaporação é muito grande, ou seja, além da falta de precipitação. Esses dias de

tempo bom aumentam a perda de água na estação de inverno. Os episódios de precipitação são geralmente contínuos e com duração de mais de um dia.

Na primavera, as temperaturas voltam a subir, uma vez que o Sol começa a diminuir sua declinação e as massas polares começam a enfraquecer e a desviar para o oceano. As precipitações aumentam em função do aumento da convecção tropical e ainda pela presença de frentes frias, especialmente no litoral. Nesta época, são comuns os complexos convectivos de meso-escala que causam muitas chuvas (MONTEIRO, 2001), contudo, este sistema raramente provoca chuvas na área de estudo. Como há muita nebulosidade nos meses de primavera, diminui as horas de insolação (MONTEIRO, 2001).

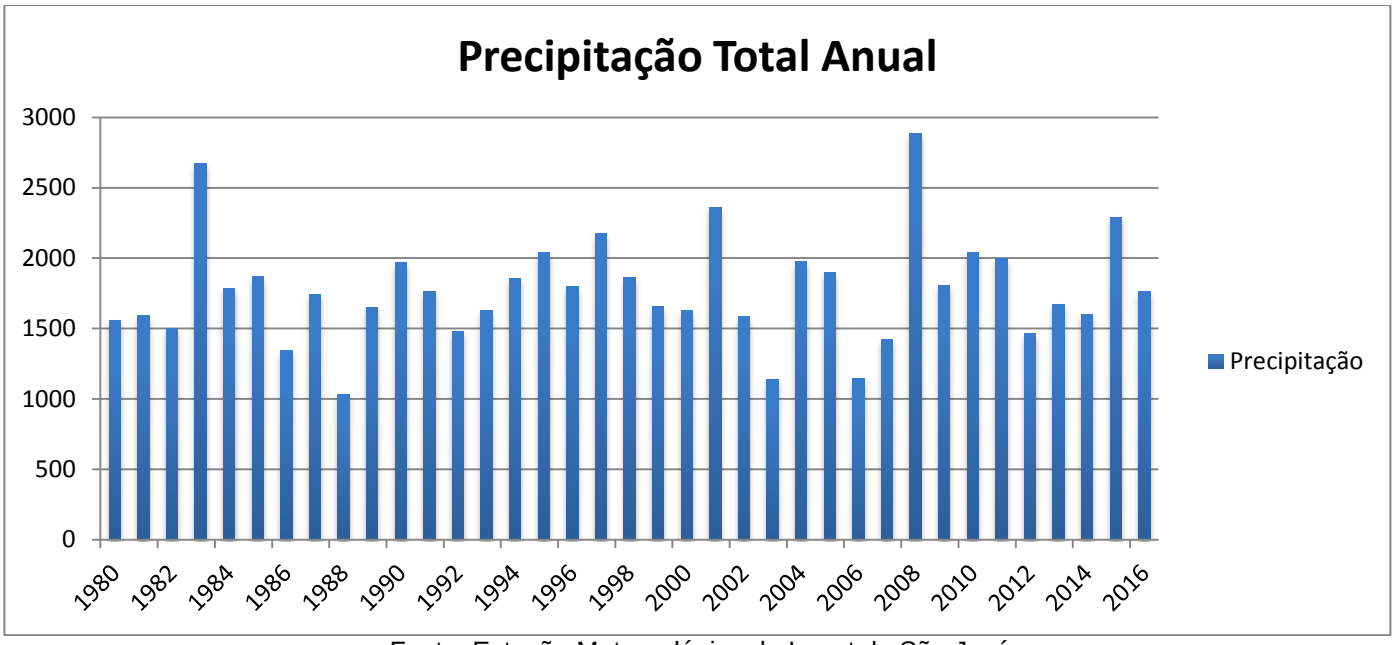
No verão, as temperaturas aumentam em função do solstício de verão e as precipitações também são maiores ainda do que na primavera. As precipitações são muito influenciadas pela convecção tropical e pela umidade vinda do oceano Atlântico e da Amazônia. As precipitações no verão são consequência de episódios de chuva intensos de final de dia, após intensa convecção diurna (MONTEIRO, 2001). Contudo, dias sem chuva e com altas temperaturas (maior evaporação) podem ocorrer, o que pode gerar períodos de estiagens.

Segundo Monteiro (2001), o outono caracteriza-se por bloqueios atmosféricos que impedem a passagem de frentes no Estado, causando uma diminuição na precipitação, o que acarreta em predomínio de tempo bom, sem nuvens, com baixa umidade e maior insolação. Começam a adentrar as primeiras frentes frias e passagens de massas polares que provocam declínio da temperatura.

A máxima de precipitação e temperatura ocorre no mês de janeiro, com 200 mm e média de 24ºC (Figura 5). A disponibilidade hídrica da região do rio Tavares é influenciada pela distribuição da precipitação ao longo do ano. Os dados citados são médias, ou seja, podem existir dias mais quentes ou chuvosos durante o ano. Quando se analisa a série histórica da estação meteorológica mais próxima e com maior período de observação, neste estudo foi utilizado os dados da estação meteorológica do INMET de São José, percebe-se que há anos mais chuvosos e anos mais secos. Monteiro (2001) coloca que esta variação das chuvas pode estar associada com oscilações climáticas ou devido a eventos periódicos como o *El Niño* e a *La Niña*.

O volume de precipitação junto com outras características físicas, como geomorfologia, geologia e pedologia, vão contribuir para maior ou menor infiltração, escoamento superficial e possíveis inundações e alagamentos.

Figura 5. Precipitação total anual no período de 1980 a 2016.



Fonte: Estação Meteorológica do Inmet de São José.

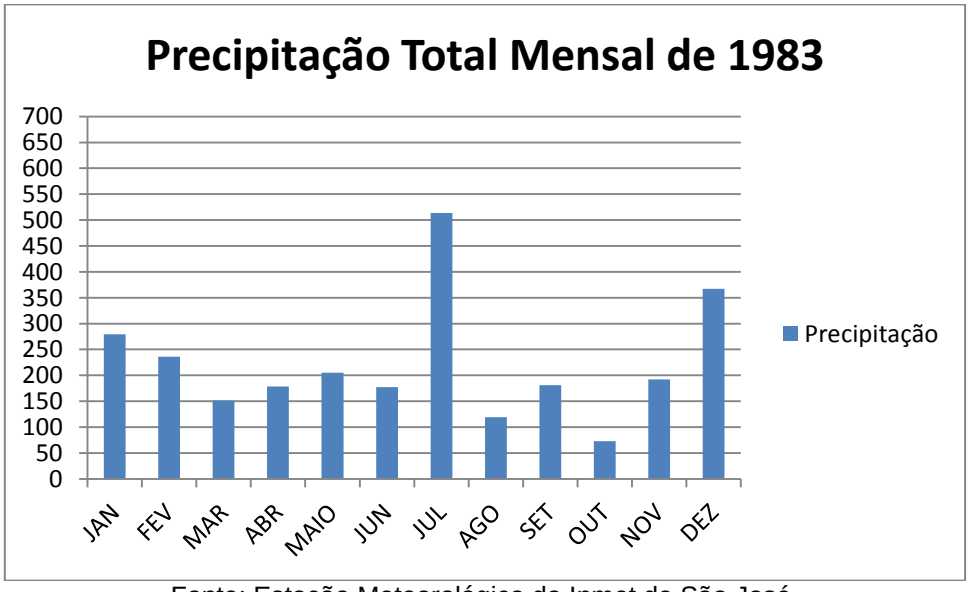
Segundo o gráfico de precipitação anual (figura 5), no período entre 1980 a 2016, pode-se observar que há uma tendência de oscilação periódica, com anos que chovem mais e outros menos. Na década de 1980, as chuvas anuais variaram de 2.673 mm (1983) até 1.034 mm (1988), uma variação de aproximadamente 1.600mm. Na década de 1990, há menos oscilação de precipitação. Na década de 2000, voltam a acontecer maiores oscilações. Os anos de 1983, 2001, 2008 e 2001 são muito chuvosos, apresentando os maiores valores pluviométricos, ultrapassando os 2.000 mm, com destaque especial para o ano 2008 que superou os 2.500 mm. Já os anos de 1988 (1034,3 mm), 2003 (1140,8 mm) e 2006 (1141,3 mm) são os anos que apresentam a menor quantidade de chuva.

Desta forma, a análise desse gráfico mostra que há períodos de maior e menor oscilação do volume de precipitação anual dentro da região do rio Tavares. Para um planejamento da gestão dos recursos hídricos esta informação é importante.

Porém, deve-se destacar que esses dados anuais podem camuflar períodos mais curtos de estiagem por exemplo. Assim como a maior quantidade de chuva pode ocorrer em períodos mais curtos também, podendo trazer problemas para o sistema hidrográfico do rio Tavares. Por este motivo, os anos em que ocorreram maior e menor total pluviométrico anual foram selecionados para uma análise mensal. Com esta informação é possível entender como é a distribuição da chuva ao longo dos anos. Destaca-se que mesmo em anos com precipitação próxima da normalidade, podem ocorrer episódios de chuva mais intensa ou períodos de estiagem.

O ano de 1983, conforme a figura 6, começou com alto quantidade de precipitação, com diminuição entre os meses de março e junho. Porém, em julho há um pico de precipitação, com 513,6 mm. Esta grande quantidade de chuva em apenas um mês, associado aos meses anteriores também chuvosos, levaram a inundações generalizadas em todo o estado de Santa Catarina. Nos meses seguintes, há uma nova diminuição da precipitação que volta a ser acentuada em dezembro. Apesar de alguns meses com menores precipitações, mesmo assim esse ano foi considerado quase todo acima da média esperada.

Figura 6. Gráfico da precipitação total mensal de 1983.

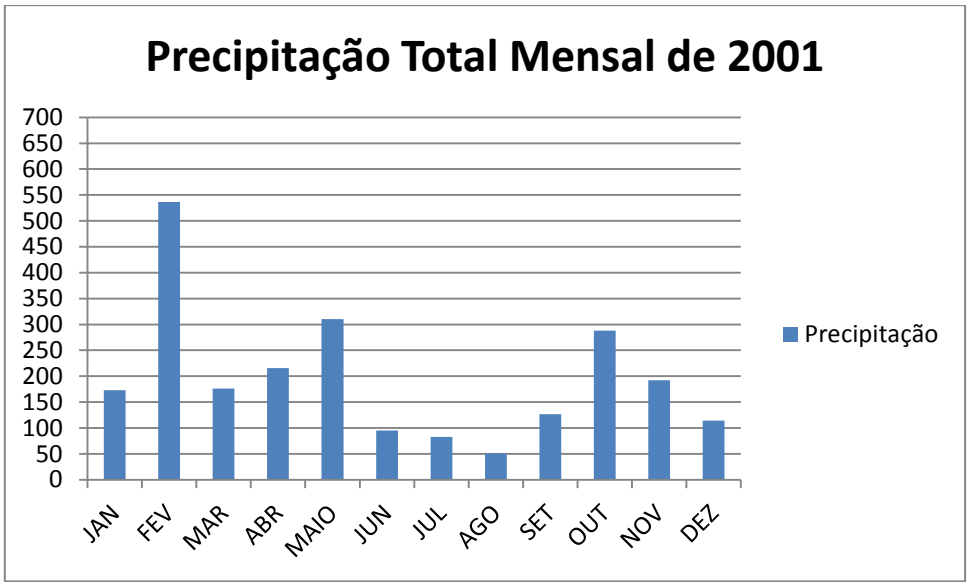


Fonte: Estação Meteorológica do Inmet de São José.

No ano de 2001 (figura 7), os meses mais chuvosos foram diferentes de 1983. Neste ano, houve maior quantidade de chuva no mês de fevereiro, com

536,5 mm. Os meses de março a maio também apresentam grandes quantidades de precipitação.

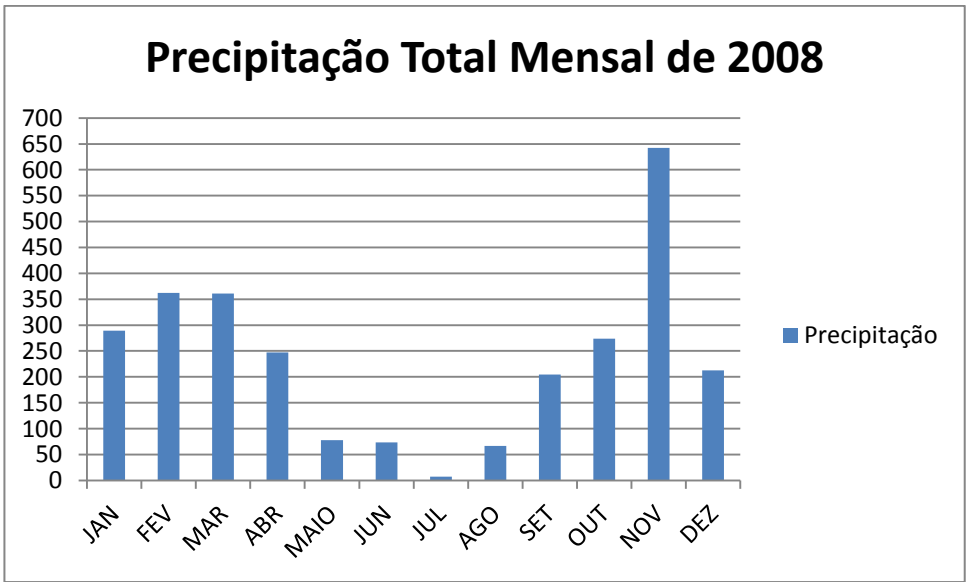
Figura 7. Gráfico de precipitação total mensal de 2001.



Fonte: Estação Meteorológica do Inmet de São José – EPAGRI/CIRAM.

Em 2008 (figura 8), há maior concentração de precipitação na maior parte dos meses, com destaque entre janeiro a abril e setembro a dezembro. Em contrapartida, de maio a agosto os índices pluviométricos são baixos, chegando a 7,3 mm em julho, o que caracterizou um período de estiagem.

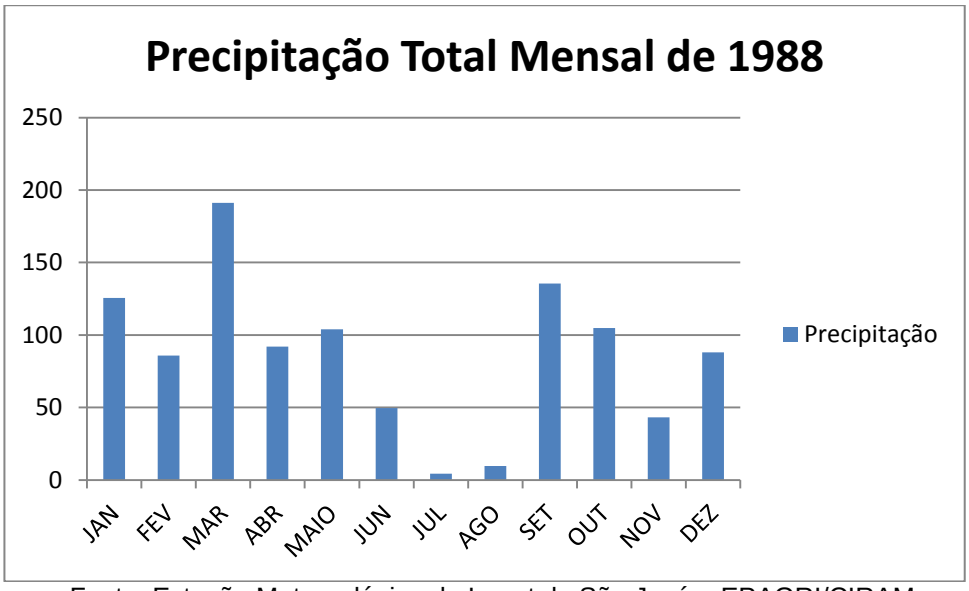
Figura 8. Gráfico de precipitação total mensal de 2008.



Fonte: Estação Meteorológica do Inmet de São José – EPAGRI/CIRAM.

Diferente dos anos com maiores valores de precipitação, o ano de 1988, segundo a figura 9, apresenta a maior parte dos meses com baixa precipitação, com destaque para o mês de julho, quando choveu apenas 4,4 mm. Porém, na primavera e verão ocorreram períodos mais longos de chuva. Conforme estes dados pode-se supor que entre junho e agosto houve estiagem na região do rio Tavares.

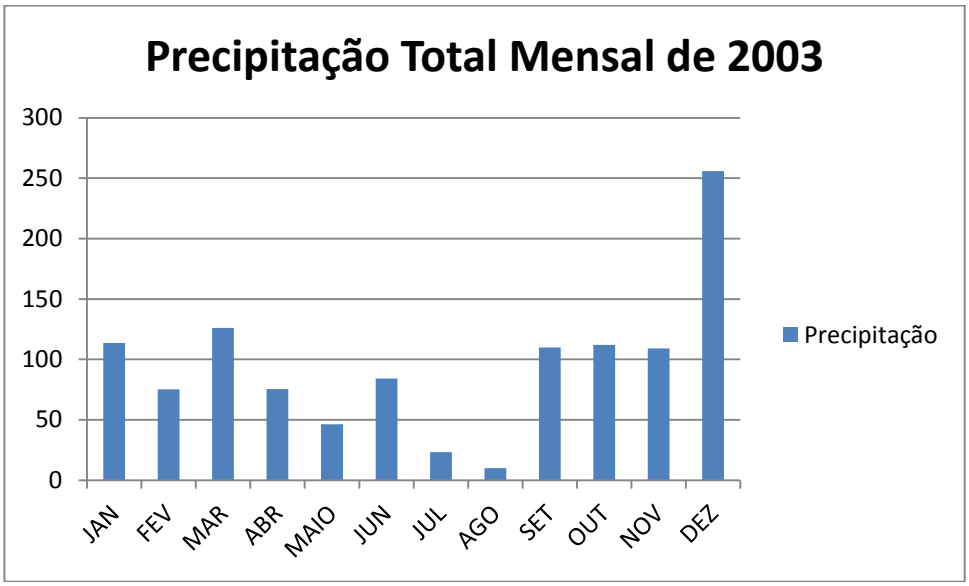
Figura 9. Gráfico da precipitação total mensal de 1988.



Fonte: Estação Meteorológica do Inmet de São José – EPAGRI/CIRAM.

No ano de 2003 (figura 10), houve menos oscilação na precipitação. Em geral, os valores pluviométricos foram baixos em todos os meses, com exceção de dezembro. Em agosto, houve a menor quantidade de chuva, com apenas 10 mm. Isto corrobora o climograma da Estação Meteorológica de São José apresentado (FIGURA 4) que mostra que o inverno é a estação menos chuvosa.

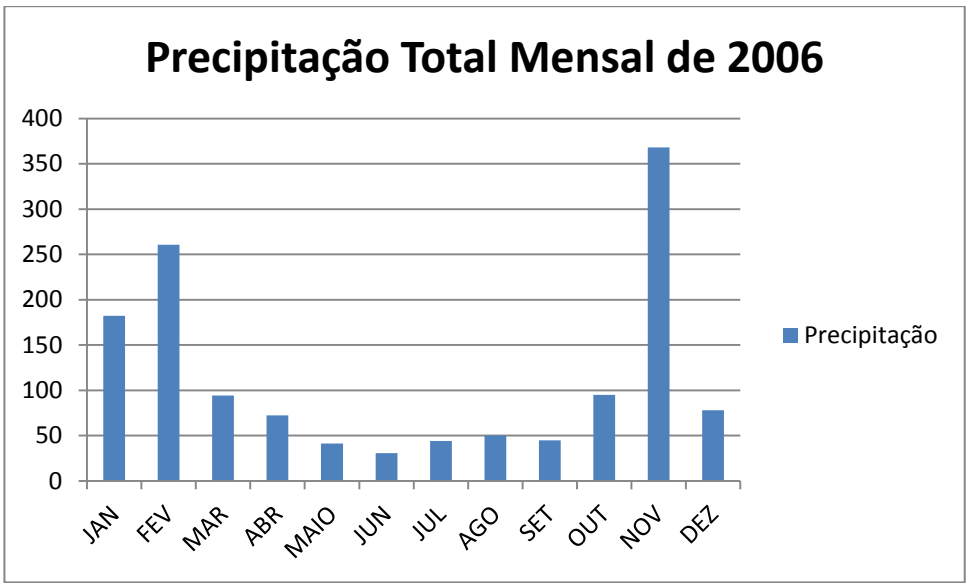
Figura 10. Gráfico de precipitação total mensal de 2003.



Fonte: Estação Meteorológica do Inmet de São José – EPAGRI/CIRAM.

Segundo a figura 11, no ano de 2006, com exceção de janeiro, fevereiro e novembro, os demais meses tiveram índices pluviométricos abaixo de 100 mm, com destaque para os meses entre maio e setembro que não ultrapassaram os 50 mm. Provavelmente, entre estes meses houve estiagem na região de estudo.

Figura 11. Gráfico da precipitação total mensal de 2006.



Fonte: Estação Meteorológica do Inmet de São José – EPAGRI/CIRAM.

Além da precipitação, a proximidade da bacia com o oceano trás interferência da maritimidade, mantendo a umidade do ar mais constante. Como

observado nos gráficos, não se tem valores pluviométricos anuais inferiores a 1.000 mm na região, porém existem anos que fogem do padrão para a região. Os dados de precipitação anual e das precipitações diárias dos anos escolhidos mostram que o município de Florianópolis tem boa disponibilidade de água fornecida pelas chuvas, porém podem ocorrer pequenos períodos de estiagem.

A importância dos aspectos climatológicos para os recursos hídricos não se resume apenas na precipitação. A temperatura se mostra outro fator determinante, uma vez que é a principal responsável pela evapotranspiração. Assim como a quantidade de dias sem nebulosidade é um fator importante para a evapotranspiração. Além disso, a evapotranspiração depende também da umidade relativa do ar e dos ventos. Segundo o INPE/CPTEC (INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS/CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS), a umidade relativa média do ar em Florianópolis fica em torno dos 75% e os ventos predominantes são os de Nordeste e de Sul, este último menos frequente e mais intensos. Contudo, os dois tipos de ventos são provenientes do oceano, o que contribui para a entrada de umidade na região.

5.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES

O sistema hidrográfico do rio Tavares é composta por terrenos cristalinos e depósitos sedimentares quaternários (Figura 12). Os divisores de água são modelados em rochas magmáticas plutônicas que se sobressaem nas extremidades norte e sul da área de estudo. No interior do sistema hidrográfico, também ocorrem elevações cristalinas com menor altitude. Segundo Tomazzoli e Pellerin (2015), as rochas magmáticas presentes na região são predominantemente da unidade Granito Ilha, os quais são constituídos por quartzo, feldspato potássico e biotita (ou anfibólio) e como minerais essenciais há zircão, alanita, apatita e minerais de óxidos de Fe-Ti (magnetita/ ilmenita). Possui geralmente coloração rosada ou acinzentada, com textura equigranular, mais raramente pórfira, grossa ou média, hipidiomórfica, ou seja, os grãos não são orientados em nenhuma direção (TOMAZZOLI e PELLERIN, 2015).

Essas rochas graníticas possuem baixa porosidade, o que dificulta a infiltração da água e a formação de aquíferos. Nessas áreas, há maior

escoamento superficial da água, contribuindo diretamente para as redes de drenagens. Porém, há grande presença de lineamentos, o que pode permitir a infiltração e armazenamento da água. Consequentemente quanto maior a quantidade de lineamentos, maior a possibilidade de formação de aquíferos.

A classe de morros e montanhas é cortada por diques de diabásio. Eles apresentam dimensões variadas, indo desde diques pequenos, centimétricos a métricos, até grandes diques que se prolongam algumas dezenas de quilômetros (TOMAZZOLI e PELLERIN, 2015). Os diabásios possuem texturas variadas, desde afaníticas até pórfiras (mais raras), com o predomínio de trama intergranular fina, onde há cristais de piroxênio e magnetita/ilmenita envolvidos por plagioclásio tabular fino (TOMAZZOLI e PELLERIN, 2015). Essas rochas do dique não são tão resistentes ao intemperismo, apresentam pouca porosidade como o granito, porém graças às fraturas de resfriamento, podem ser mais permeáveis, permitindo o armazenamento de água.

A alteração físico-química dessas rochas na superfície do planeta forma o regolito. Este quando é erodido, transportado e depositado forma sedimentos areno-argiloso ou areno-siltoso. Estas texturas geram poros grandes e interconectados, o que propicia uma boa permeabilidade, contribuindo para a infiltração da água da chuva.

No sopé das encostas cristalinas, há depósitos de colúvios e alúvios. Eles são oriundos de processos de alta energia que ocorrem nas encostas, como por exemplo, movimentos de massa e enxurradas. Desta forma, eles são pouco selecionados, com grãos de tamanhos desde grânulos até matacões (HORN FILHO, 2014). Os materiais dos depósitos colúviais e aluviais podem armazenar e transmitir água. Além disso, a posição junto ao sopé das encostas permite a entrada de água.

No Quaternário, durante os períodos de regressão e transgressão do nível do mar, foram depositados sedimentos quartzosos que formaram cordões arenosos. Estes cordões se forem mais recentes e estiverem ao nível do mar atual se constituem em planícies litorâneas. Se estes cordões foram depositados em nível de mar mais alto do que atualmente, eles formam terraços marinhos. Algumas vezes, estas planícies e terraços podem ser recobertos por depósitos eólicos, criando campos de dunas.

Na região de estudo ainda ocorrem sedimentos depositados em regime de correntes de baía, sedimentos retrabalhados por rios com acréscimo de finos e matéria orgânica, sedimentos lagunares, de manguezais e sedimentos fluviais (HORN FILHO, 2014).

Nas áreas mais próximas das encostas cristalinas que aparecem nas extremidades norte e sul da região de estudo há presença de sedimentos pleistocênicos (Figura 13), enquanto na parte central da bacia há sedimentos holocênicos, mais recentes. A granulometria desses sedimentos pleistocênico e holocênico são de média a grossa, tem boa porosidade e permeabilidade, permitindo a infiltração (HORN FILHO, 2014).

Figura 12. Esboço geológico do sistema hidrográfico do rio Tavares - Florianópolis/SC.

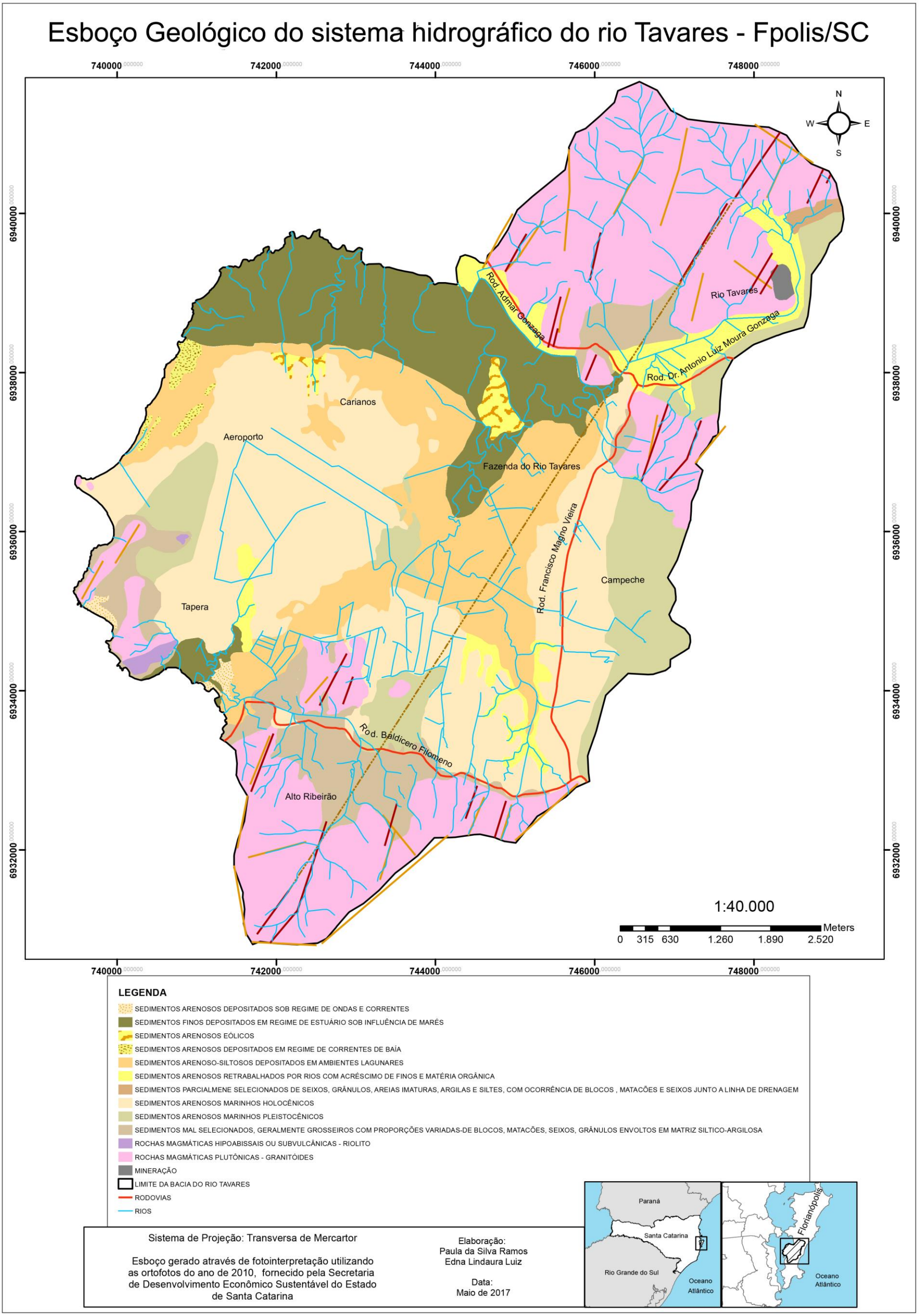


Figura 13. Sedimentos pleistocênicos observados na área de estudo

Fonte: Paula da Silva Ramos. Data: jun. 2017.

No centro da área de estudo, são encontrados sedimentos areno-siltosos depositados em ambientes lagunares. Eles ocorrem em ~~torno de~~ antigos corpos lagunares costeiros e em áreas semiconfinadas por material arenoso, associados ao reverso de barreiras formadas pelos depósitos eólicos e marinhos (HORN FILHO, 2014). São depositados em ambientes de baixa energia de deposição, favorecendo o acúmulo de silte, argila e areia fina a muito fina. Devido à proximidade do lençol freático na superfície e ao seu nível baixo no terreno, nessa área há acúmulo de água.

Ao longo dos rios dentro do sistema hidrográfico há afloramento de sedimentos arenosos. Eles foram retrabalhados por rios por meio da erosão e posterior deposição de sedimentos fluviais. São sedimentos moderadamente selecionados de granulometria areno-lamosos com matéria orgânica (HORN FILHO, 2014). Na linha de costa a leste da bacia, próximo ao Aeroporto Hercílio Luz, há depósitos de sedimentos oriundos de correntes de baía. Eles são constituídos de areia fina e lama e apresentam estratificação (HORN FILHO, 2014). São sedimentos de ambientes de baixa energia e com grãos moderadamente selecionados (HORN FILHO, 2014).

Os sedimentos arenosos sob regime de ondas e correntes se localizam na linha de costa próximo a localidade Tapera, formados pela transgressão e regressão do nível do mar que formaram cordões arenosos que hoje constituem uma pequena planície de praia. São áreas compostas por sedimentos arenosos, com boa infiltração.

Os depósitos arenosos eólicos se localizam próximo a paleolinhas de costa, próximo à localidade Carianos, recobrindo terraços de cordões regressivos. Os sedimentos geralmente são estratificados, constituídos por grãos arenosos finos a médios, quartzosos, arredondados e com boa seleção (HORN FILHO, 2014). Essas características permitem boa infiltração e armazenamento de água.

Os sedimentos arenosos sob regime de estuário sob influência de maré ocorrem no baixo vale do rio Tavares e seus afluentes e estão sujeitos aos efeitos sensíveis da maré. São compostos por sedimentos arenosos finos com teores de siltes e argila provenientes de baias e estuários, podendo conter conchas de moluscos e cobertura turfária e eólica (HORN, 2014). A água nessa região é salobra, pois contem água doce do rio e lençóis freáticos e da água do mar proveniente das marés.

5.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES

As características geomorfológicas influenciam nas etapas do ciclo hidrológico, assim como condicionam os demais aspectos físicos. Em áreas com formas mais íngremes ocorre maior escoamento superficial, enquanto que formas mais plana, há maior absorção das águas (Figura 14).

O sistema hidrográfico do rio Tavares possui elevações na forma de morros e montanhas modeladas em rochas cristalinas nas extremidades nordeste e sudoeste da bacia, cujas altitudes podem chegar até 520 metros de altura, como é o caso do morro do Ribeirão ao sul. Também há pequenas elevações cristalinas a leste e a sudoeste. Praticamente todo o divisor leste do sistema hidrográfico do rio Tavares foi delimitado pelas feições de terraços marinhos mais altos. No centro da região estuda há presença de rampa de dissipação, terraços e planícies.

O modelado de morros e montanhas se concentra mais na região norte e sul, próximos às localidades do Rio Tavares e Alto Ribeirão. Segundo Hermann e Rosa (1991), os morros são elevações com alturas inferiores a 200 m e encostas convexo-côncavas, enquanto as montanhas são elevações que apresentam amplitudes altimétricas superiores a 200 m, com topos angulosos e encostas declivosas. Existem na área de estudo topos convexos e topos na forma de crista.

Estes geralmente seguem lineamentos estruturais. Nas encostas, há presença de patamares caracterizados por mudanças de inclinação podendo estar associados a diferenças litológicas locais.

Nas encostas mais inclinadas há grande fluxo de escoamento superficial em detrimento do processo de infiltração. Nas elevações que tem interflúvios convexizados há maior área de recarga dos aquíferos. Algumas delas também possuem encostas com ombreiras, as quais são áreas mais planas, o que também permite maior infiltração das águas das chuvas.

Há na área de estudo, uma área de mineração de rochas ígneas em uma elevação cristalina. Esta elevação já se encontra cortada ao meio por causa da extração das rochas que a constituem. Na frente de mineração, é possível observar um grande dique de diabásio cortando o granito encaixante. Este local também mostra o quanto o manto de alteração de granito é raso.

A unidade Rampa de Dissipação aparece no sopé das elevações cristalinas. Os materiais dessas áreas são provenientes de movimentos de massa e enxurradas das encostas, configurando colúvios. O retrabalhamento destes sedimentos por correntes canalizadas ou não, promove sua seleção, produzindo alúvios. Na rampa de dissipação, os sedimentos tendem a ser menos selecionados e com grãos de diferentes tamanhos. A diferença do tamanho dos grãos pode gerar boa permeabilidade para estes sedimentos, transformando-os em aquíferos. A presença de menor inclinação nessa área possibilita maior infiltração. A planície colúvio-aluvionar faz a ligação encostas cristalinas - terraço marinho.

Na parte central do sistema hidrográfico são encontradas altitudes mais baixas e as formas de relevo são mais planas, configurando os terraços marinhos. Há dois níveis de terraços marinhos na área de estudo, um mais alto, formado no Pleistoceno (1.8 milhão de anos até 10.000 anos atrás) e outro mais baixo, de idade holocênica (há 10.000 anos).

Os terraços holocênico e pleistocênico foram construídos pelas transgressões e regressões marinhas que ocorreram ao longo do tempo. Essas áreas também receberam sedimentos vindos das encostas. O formato aplainado destes terraços contribui para a infiltração nessa área da água da precipitação, contribuindo para o abastecimento dos aquíferos. O escoamento superficial é

mais presente nas bordas, onde há queda de declividade em relação a outras formas de relevo.

A planície de maré se localiza junto da foz dos rios que constituem o sistema hidrográfico do rio Tavares, especialmente do próprio rio Tavares. Nesta planície, há interferência da maré. A presença da vegetação típica de manguezal auxilia na retenção dos sedimentos trazidos pelo rio e pelas marés, o que permite o crescimento da planície de maré. Os terrenos da planície de maré têm superfície plana, levemente ondulada, mas há depressões intercaladas (HORN FILHO, 2014). Os terrenos mais baixos desse ambiente são saturados de água salina e da água do lençol freático. Porém, a água é salobra devido à entrada da maré e também apresenta alto teor de matéria orgânica em processo de decomposição.

A planície flúvio-marinha se distribui em várias partes da região estudada, ao longo dos rios. Ela foi formada pela erosão de partes dos terraços marinhos pela ação dos rios. Na planície construída sobre os terraços, os rios depositaram seus sedimentos.

A planície flúvio-lagunar se distribui mais no centro do sistema hidrográfico, ao redor dos terraços marinhos. Uma parte desta planície se encontra alinhada a um grande lineamento que é observado nas encostas cristalinas próximas, com direção nordeste-sudoeste. Ela é fruto da colmatação de antigo corpo lagunar, sendo que a planície formada por esta colmatação ainda mais tarde foi escava por rios. Hoje, esta feição de relevo tem forma rebaixada e está sujeita a inundações, processos de assoreamento e erosão das margens dos rios pela migração lateral do canal. Em muitos locais desta planície, a presença de matéria orgânica mal decomposta por causa do solo saturado, faz com que a água armazenada ali não seja potável ao consumo humano.

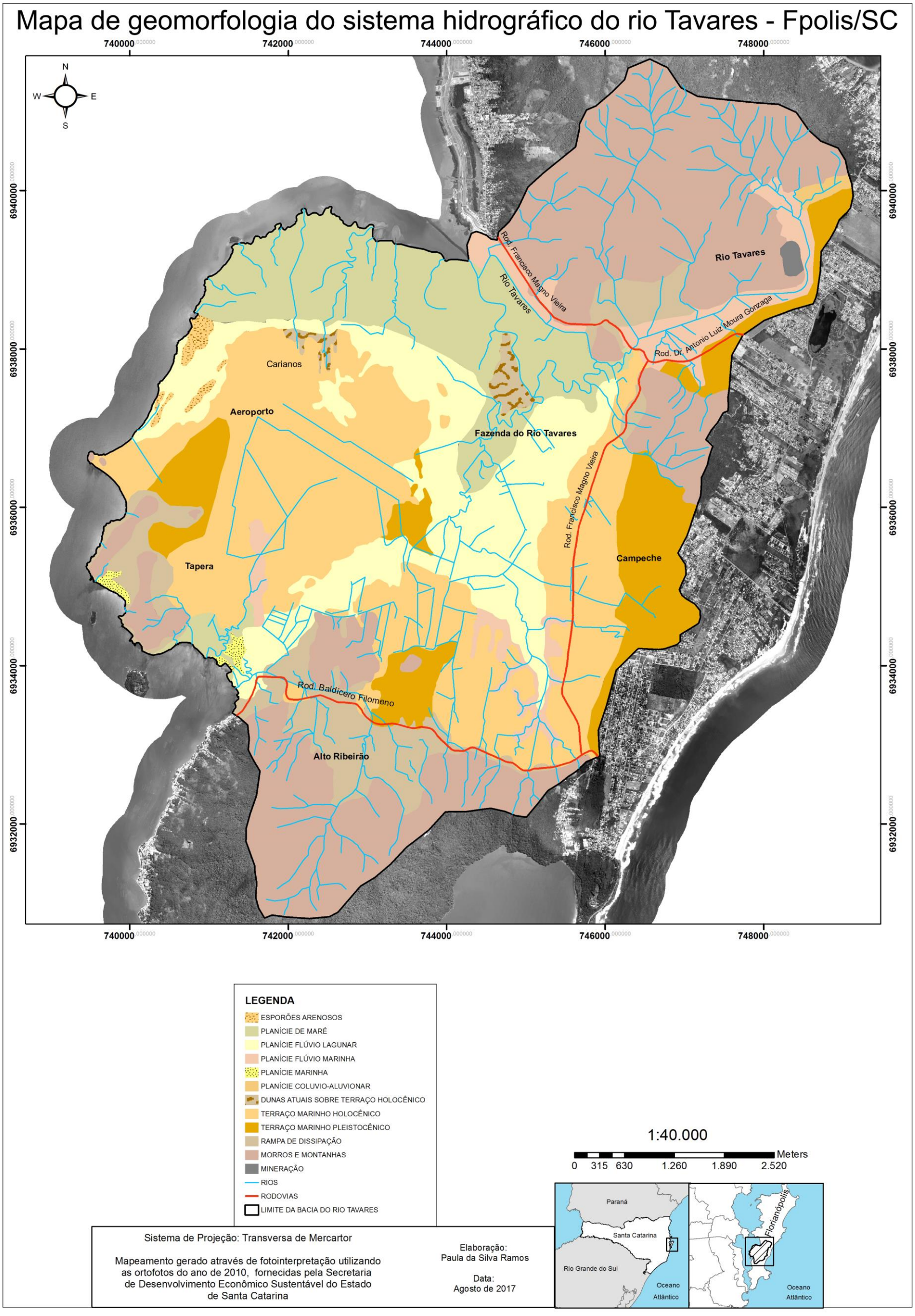
Esporões arenosos são encontrados no interior da planície flúvio-lagunar, próximo a localidade Carianos. Provavelmente sua origem está ligada com a deposição de cordões arenosos por correntes lagunares, tornando-se atualmente áreas mais elevadas na planície.

A planície marinha foi construída nas variações do nível do mar na época do Holoceno. Segundo Araujo (1992) essas variações ocasionaram a formação de vastas planícies sedimentares na costa brasileira, particularmente bem desenvolvida no litoral sul do país. Em alguns setores da costa em consequência

das transgressões e regressões marinhas pode-se observar a formação de uma sucessão de cordões arenosos, formando a planície. São áreas que possuem acúmulo de grãos bem selecionados. Por causa do solo arenoso, esta planície pode reter água, porém não há filtros naturais (como argilas) para reter impurezas, sendo este um local com intensa ocupação humana.

No sistema hidrográfico, há presença de rios perenes com padrão de drenagem dendrítico na maioria dos terrenos, o que indica que a rede de drenagem ali não apresenta influência da geologia. No entanto, há locais com padrão de drenagem de treliça, pois a drenagem segue lineamentos estruturais. O padrão de canal por sua vez nas encostas é aproximadamente retilíneo, enquanto nos diferentes tipos de planícies presentes na área de estudo, o padrão de canal tende a ser meândrico. Na área central do sistema hidrográfico, para maior aproveitamento dos terrenos, há muitos trechos de rios que foram retilinizados e forma abertos muitos canais artificiais de drenagem. O terço inferior do rio Tavares, na planície de maré manteve padrão meândrico. Isto se deve principalmente pelo fato de estar recoberto pelo ecossistema de manguezal e este ser protegido em função de se constituir em uma unidade de conservação.

Figura 14. Mapa de geomorfologia do sistema hidrográfico do rio Tavares - Florianópolis/SC.



5.4 ASPECTOS PEDOLÓGICOS DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES

A espessura e as características morfológicas, químicas e físicas dos tipos de solos presentes no sistema hidrográfico do rio Tavares interferem diretamente na disponibilidade hídrica, pois influenciam na maior ou menor escoamento superficial, no processo de infiltração e no desenvolvimento da cobertura vegetal (Figura 15).

Nas encostas cristalinas, ocorre uma associação de Argissolos, Cambissolos e Neossolos litólicos. Os Argissolos ocorrem em relevos ondulados à forte ondulado e são geralmente derivados dos granitos na área da bacia. São bem intemperizados, apresentam horizonte B com acúmulo de argila que vem do horizonte A (o A fica mais arenoso e o B mais argiloso) (LEPSCH, 2002). Devido a estas características, são limitadas ao desenvolvimento da agricultura devido à acidez pronunciada, escassez de nutriente e alta susceptibilidade à erosão (LEPSCH, 2012). A infiltração da água da chuva pode ser um pouco prejudicada do horizonte A para o B em função do maior teor de argila deste último, contudo a estruturação em agregados evita este problema.

À medida que a declividade do terreno aumenta, surgem os Cambissolos que possuem desenvolvimento de horizontes muito fraco ou moderado, quando comparadas às dos solos bem desenvolvidos que lhe estão mais próximos (LEPSCH, 2002). Há presença de rocha semi-intemperizada misturada à massa do solo, assim como agregados estruturais fracamente desenvolvidos no horizonte B (SOMMER e ROSATELLI, 1991). Eles não somente podem derivar de rochas in situ como também podem ser encontrados em materiais recentemente depositados, como nas rampas de colúvio-alúvio e de dissipação. Eles podem ter um bom grau de infiltração por causa de sua boa permeabilidade, uma vez que tem texturas mais grossas. No entanto, pode ter pequena espessura, o que não permite muito armzenamento de águas.

Os neossolos litólicos são pouco desenvolvidos, rasos, com horizonte A assentado diretamente sobre o C, ou sobre a rocha matriz (EMBRAPA, 2006). Não possuem horizonte B por serem jovens, em fase inicial de formação, e por estarem quase sempre situados em relevo com encostas íngremes, nos quais a velocidade da erosão é igual ou maior à velocidade de transformação da rocha

em solo (LEPSCH, 2002). Há predomínio de características herdadas do material originário. Assim como os cambissolos, os neossolos também apresentam horizonte pouco desenvolvido e estão localizados em encostas íngremes, o que dificulta a infiltração e colabora para o escoamento superficial.

A associação de Cambissolos e Neossolos Quartzarênicos se desenvolve no sopé das encostas cristalinas, nas rampas colúvio-aluvionares e de dissipação. Os Cambissolos dessa associação são provenientes de depósitos sedimentares recentes na base da encosta e por isso possuem um perfil imaturo, com horizonte B incipiente. Os Neossolos Quartzarênicos possuem um perfil pouco desenvolvido e excessivamente arenoso, com predominância de grão de quartzo no tamanho de areia, podendo apresentar profundidade superior a 2 metros (LEPSCH, 2002). Esse solo apresenta baixa capacidade de retenção de água e pequena acumulação de matéria orgânica e podem ser bem drenados. Pelo fato de possuírem pouca argila e matéria orgânica, não são capazes de reter os nutrientes, e por terem caráter álico, pode ocorrer toxidez de alumínio (SOMMER e ROSATELLI, 1991). Deve-se evitar a mobilização excessiva desses solos, pois isto acelera o processo de decomposição da matéria orgânica e o expõe demasiadamente à erosão eólica, visto que são pobremente estruturados e soltos (SOMMER e ROSATELLI, 1991). A presença predominante de quartzo no tamanho de areia faz com que esse solo possua boa infiltração.

Os Neossolos Quartzarênicos também estão presentes nos terraços pleistocênicos e holocênicos. Porém, os terraços holocênicos possuem altitude menor, podendo ocorrer afloramento de lençol freático na superfície, passando então a ser hidromórfico. Eles apresentam má drenagem, podendo ter um horizonte A mais espesso, com maior quantidade de matéria orgânica (SOMMER e ROSATELLI, 1991). Desta forma, o neossolo quartzarênico apresenta boa infiltração. Como este solo se desenvolve a partir de um depósito arenoso, ele pode conter aquíferos caso tenha um material impermeável subjacente, como a rocha granítica pouco fraturada.

Nas planícies flúvio-marinhas também se desenvolvem os neossolos quartzarênicos hidromórficos. Nessa área eles são formados por areias quartzosas saturadas pela presença do lençol freático próximo à superfície, o que proporciona um maior acúmulo de matéria orgânica, que por sua vez escurece o solo. Quando drenados podem apresentar um potencial agrícola maior do que os

neossolos quartzarênicos, desde que o excesso de alumínio seja corrigido (SOMMER e ROSATELLI, 1991). Nas planícies marinhas também há associação de Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos e Neossolos Quartzarênicos. Devido a sua composição arenosa, há possibilidade de haver aquíferos nessa região.

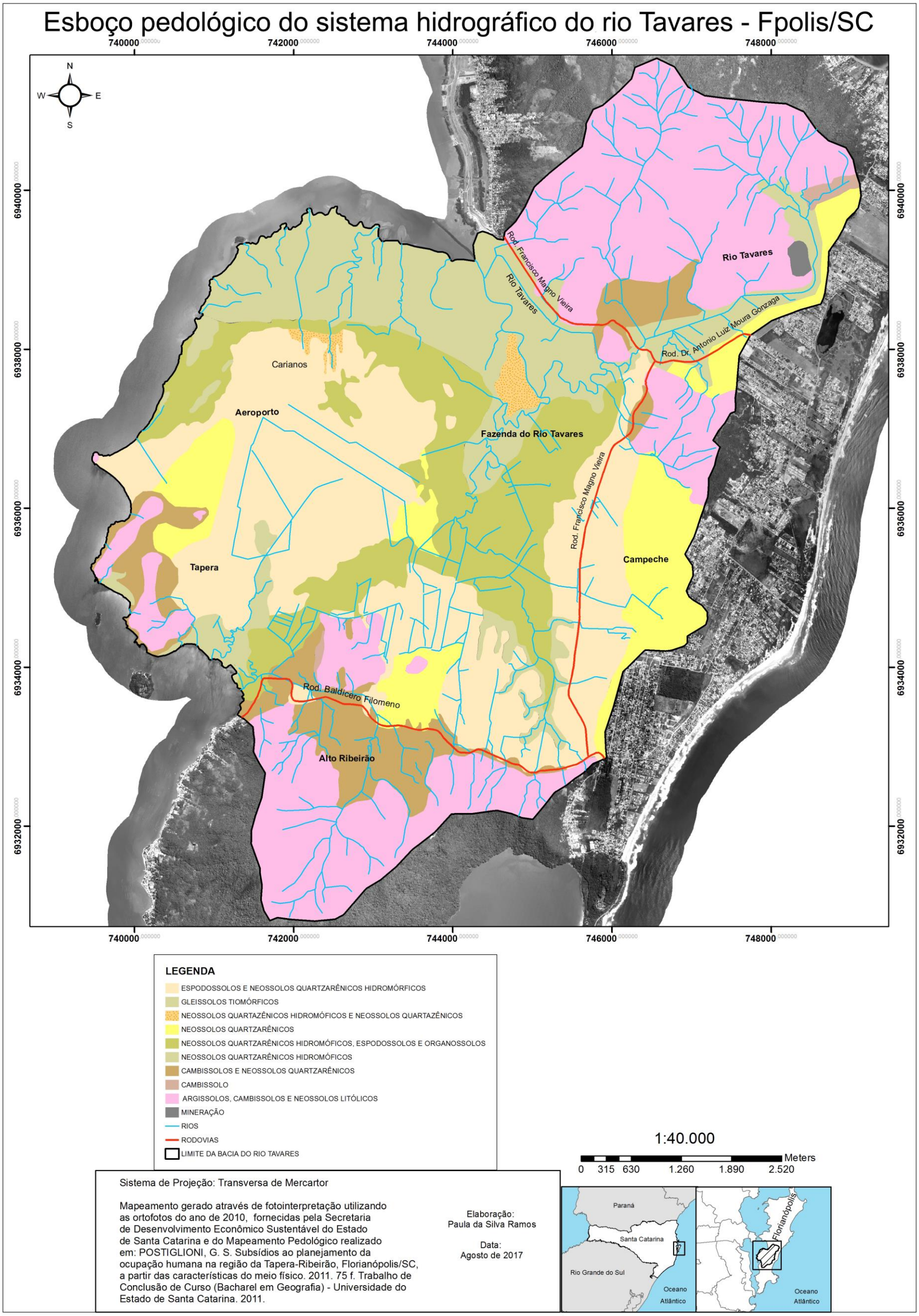
Nas planícies flúvio lagunares, ocorre uma associação de Neossolos Quartazarênicos, Espodossolos e Organossolos. Os Espodossolos são arenosos, mal drenados, extremamente ácidos e com muita matéria orgânica (LEPSCH, 2002). Também possuem intensa translocação de matéria orgânica, alumínio e ferro da superfície para um horizonte subsuperficial, o horizonte espódico, que apresenta cores acastanhadas (LEPSCH, 2002). A lixiviação ocorre de forma intensa, e por conter muito alumínio é inadequado para agricultura convencional (LEPSCH, 2002; SOMMER e ROSATELLI, 1991). Mesmo com grande quantidade de água, esse solo pode possuir contaminação devido à presença de matéria orgânica.

Os Organossolos são formados em áreas planas da baixada, em locais permanentemente encharcados de água. Devido a isto, seus poros são totalmente saturados, criando um ambiente anaeróbico impróprio para a proliferação de microorganismos aeróbicos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, o que faz com que esta se acumule continuamente no perfil (SOMMER e ROSATELLI, 1991). Eles possuem horizonte hístico de mais de 40 centímetros de espessura, tendo mais de 20% de matéria orgânica (LEPSCH, 2002). Apesar de ser um solo com muita água, esta não é adequada ao consumo por apresentar muitos ácidos orgânicos e materiais dissolvidos. Pelo lençol freático estar na superfície tem grande suscetibilidade à contaminação.

Os gleissolos tiomórficos se desenvolvem nas planícies de maré. São solos desenvolvidos em materiais inconsolidados e muito influenciados por ocorrências de encharcamento prolongado (LEPSCH, 2002). A presença de matéria orgânica diminui o oxigênio dissolvido e provoca a redução química e dissolução dos óxidos de ferro, que é transformado, e parcialmente removido, o que faz com que surjam cores cinzentas no horizonte superficial. Apresentam alto teor de sais e de enxofre, o que pode levar o pH a valores altos**.** Por possuir essas características são inviáveis para a agricultura (SOMMER e ROSATELLI, 1991). O termo tiomórfico se refere especialmente ao alto teor de enxofre, o qual deriva da

decomposição em ambiente aquoso da matéria orgânica. Por isso a água presente neste solo não é apropriada ao consumo.

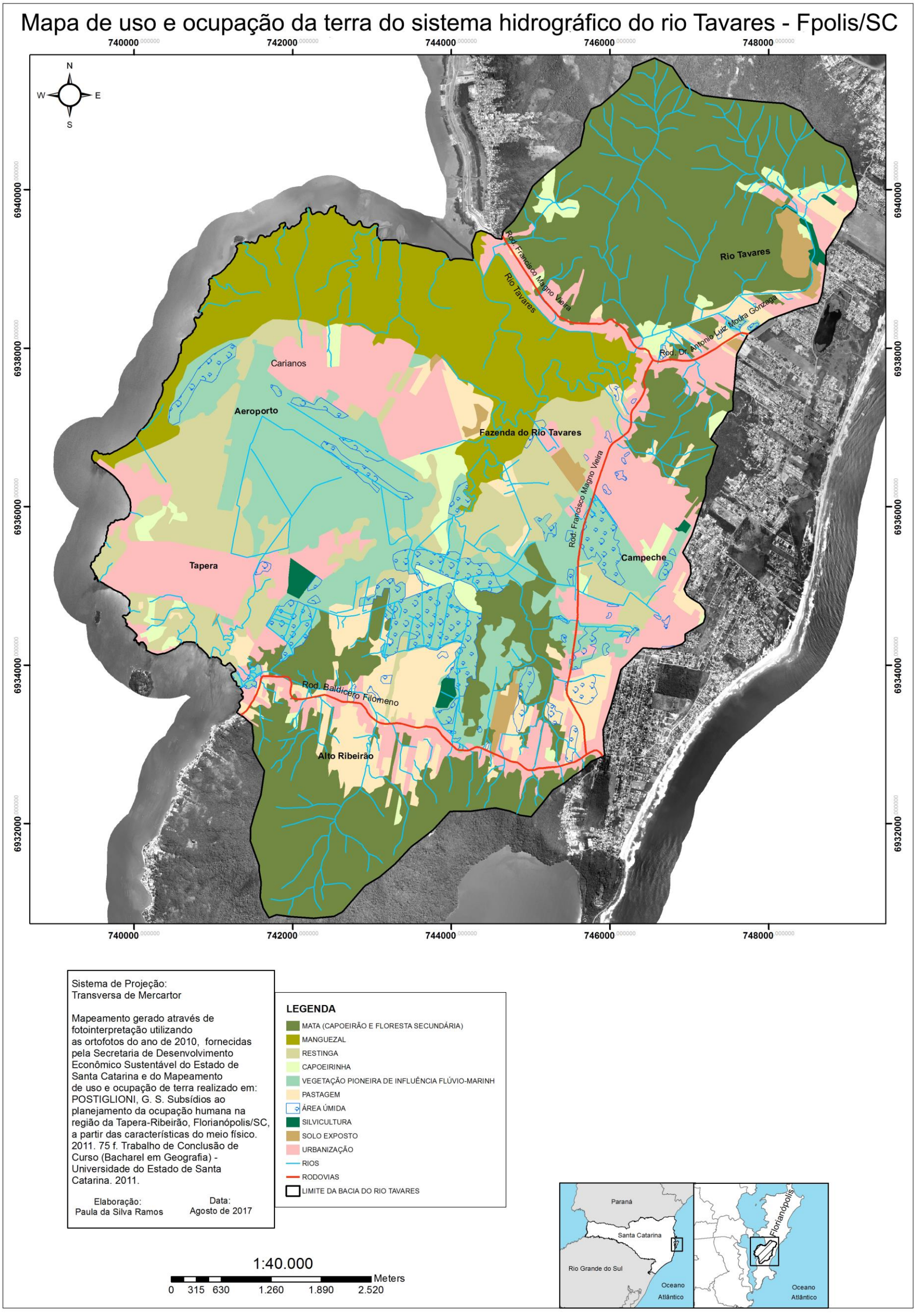
Figura 15. Esboço pedológico do sistema hidrográfico do rio Tavares - Florianópolis/SC.



5.5 ASPECTOS DE USO DA TERRA DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TAVARES

O uso e cobertura da terra influenciam diferentes aspectos do ciclo hidrológico. No sistema hidrográfico do Tavares foram observadas áreas com vegetação nativa nas encostas e em algumas áreas planas, além de áreas úmidas, setores com intensa urbanização e com pastagens plantadas (Figura 16). Cada uma dessas classes interfere nos processos de evaporação, infiltração e escoamento de forma diferenciada.

Figura 16. Mapa de uso da terra do sistema hidrográfico do rio Tavares - Florianópolis/SC.



A classe Mata é composta essencialmente pelos estágios avançados de sucessão ecológica, o capoeirão e a floresta secundária, que pertencem ao ecossistema de Floresta Pluvial da Encosta Atlântica (KLEIN,1978). A sucessão da Floresta Pluvial é composta pelos seguintes estágios: estágio pioneiro, capoeirinha, capoeira, capoeirão e floresta secundária. Conforme os estágios vão evoluindo, junto aumenta a capacidade de infiltração a partir do adensamento e aprofundamento das raízes. No estágio pioneiro estão presentes plantas de porte herbáceo principalmente, mas no estágio de mata secundária, há árvores de diferentes tamanhos, com raízes pivotantes, bem como arbustos e ervas.

A Floresta Pluvial da Encosta Atlântica é denominada por esse nome pela proximidade e influência sofrida pelo Oceano Atlântico. A umidade que vem deste oceano em direção ao continente, ao se chocar com as Serras do Leste Catarinense provoca grande quantidade de chuva orográfica. Isto gera condições para que nas encostas das elevações da área de estudo, a vegetação atinja grande porte e seja heterogênea, formando uma floresta muito similar as florestas equatoriais (CARUSO, 1990).

A Floresta Secundária é o ultimo estágio de regeneração da Floresta Pluvial da Encosta Atlântica. Segundo Caruso (1990), é o estágio que mais se assemelha com a Floresta Primária, só podendo ser diferenciadas pela variedade e quantidade de espécies. O capoeirão é o estágio anterior à floresta secundária e é nele que começa a surgir o garapuvu (*Schizolobium parahyba*), que marca a transição com a floresta secundária **(**CARUSO, 1990). Na classe de mata também está inclusa a floresta primária. Essa vegetação só é encontrada em alguns topos de morros na Ilha, se restringindo a áreas de difícil acesso.

A classe de mata é a segunda maior em área dentro do sistema hidrográfico do rio Tavares. A presença de floresta nas encostas das elevações diminui o escoamento superficial direto, contribuindo para a infiltração da água da chuva no solo através das raízes das árvores. Ao mesmo tempo, a mata evita o aumento brusco de vazão nos rios que descem as encostas e permite o abastecimento do lençol freático, o que garante a manutenção dos cursos d'água nos períodos sem precipitação. A presença da mata evita a erosão pluvial nas encostas e o consequente assoreamento dos cursos d'água. Por isso, nas áreas com matas se concentram grande parte das nascentes, as quais se mantêm protegidas pela flora.

Na área mais plana da área de estudo, dentro da classe de mata, há presença da Floresta Ombrofila Densa de terras baixas.

A classe capoeirinha é o segundo estágio de regeneração da Floresta Pluvial da Encosta Atlântica. Segundo Klein e Neto (1991), as plantas do estágio pioneiro preparam o solo e criam um microclima que proporciona o desenvolvimento de subarbustos e arbustos, passando então ao estágio de capoeirinha. Quando as condições ambientais se tornam favoráveis, há o surgimento de um grupo de subarbustos e arbustos. Como a vegetação desse estágio é de pequeno porte, ele influencia menos na infiltração da água no solo e na evapotranspiração, porém, o escoamento superficial ocorre com menos intensidade, uma vez que o terreno está coberto, o que evita embate direto da gota chuva no terreno e a vegetação configura obstáculos para conter a energia do escoamento superficial.

A vegetação característica de manguezal é protegida pela unidade de conservação Reserva Extrativista do Pirajubaé. O ecossistema do manguezal se localiza na foz do rio Tavares, onde há influência da água doce do rio Tavares e da água salgada do mar. É um ambiente muito sensível e só se desenvolve onde não há presença de ondas fortes. Nele, há um solo instável e lodoso, saturado, além de apresentar muita salinidade. As árvores do manguezal que são encontradas na área de estudo *são Avicennia schaueriana, Rizhophora mangle* e *Lagunculária racemosa*, além de duas gramíneas que são frequentemente observadas na frente do manguezal, são a Spartina Alterniflora e a Spartina densiflora (COURA NETO e KLEIN, 1991). As gramíneas são capazes de segurar os sedimentos trazidos pela maré e pelo rio, construindo novos terrenos a partir da saída na baía.

Apesar de possuir pouca área dentro da área de estudo, esta classe é fundamental para o equilíbrio ambiental. O terreno desse ambiente é alagadiço, pela entrada da maré duas vezes ao dia e por eventuais cheias no rio Tavares, por isso há grande armazenamento de água, além de ter a possibilidade de realizar evapotranspiração, o que alimenta o ciclo hidrológico.

A vegetação pioneira de influência flúvio-marinha se localiza nas áreas da bacia mais planas e baixas do relevo, onde há o acúmulo de água que vem dos cursos d'água e do mar. Devido à presença de salinidade e da água, só se

desenvolvem espécies rasteiras e de pequenos portes, adaptados as características do ambiente (CARUSO, 1990).

A vegetação de restinga se desenvolve nos terrenos arenosos do compartimento Planície Costeira, que na área de estudo são as dunas, praias, terraços marinhos, planícies litorâneas, rampas de dissipação. Esta vegetação é adaptada a um substrato arenoso e com alta salinidade, susceptível a altas temperaturas e ventos fortes. Esta vegetação nativa praticamente foi substituída por outras tipos de usos e cobertura na área de estudo.

Na classe pastagem, ocorre uma cobertura vegetal de gramíneas plantadas para o desenvolvimento da atividade econômica de pecuária. Também são áreas paradas que os donos esperam aumentar o valor da terra. As pastagens são mais extensas sobre terrenos mais planos dos terraços e planícies, mas há pequenas manchas ao longo das encostas das elevações. O gado acaba pisoteando o solo, podendo deixá-lo compactado e isto associado com o sistema radicular das gramíneas ser pouco profundo pode dificultar a infiltração, contribuindo para geração de escoamento superficial, que auxilia o pico de cheia dos rios e em momentos de chuva intensa.

Na área de estudo se encontrou pequenos setores com silvicultura compostas pelo eucalipto (*Eucalyptus*) e as plantas desta espécie auxiliam a infiltração por causa de suas raízes pivotantes.

A classe de solo exposto são normalmente áreas desmatadas para serem utilizadas principalmente para a construção de edificações e arruamentos em loteamentos e condomínios. Nessas áreas é possível que infiltração da água da chuva no solo seja prejudicada. Ainda, em períodos de chuva, os sedimentos produzidos pela atuação dos processos erosivos nestas áreas podem migrar para o leito do rio, contribuindo para o assoreamento.

A classe área urbanizada compreende as áreas de densa ocupação humana, com predomínio de residências, estabelecimentos comerciais, de prestação de serviço e sistema viário. O avanço da urbanização é barrado pela presença de áreas de difícil ocupação, como as encostas mais inclinadas e áreas úmidas (alagadiças). Apesar de grande parte do sistema hidrográfico possuir relevo mais baixo e/ou aplainado, a presença de áreas úmidas dificulta a ocupação de alguns setores. As áreas urbanizadas acabam se concentrando na parte central da área de estudo, nos terrenos mais altos dos terraços marinhos,

pois nas duas extremidades norte e sul há morros e montanhas com maior altitude e na parte centro-oeste da bacia há muitas áreas úmidas/alagadas de planícies.

Apesar da pouca proporção dessa classe dentro da bacia, sua presença é um fator determinante, pois interfere de maneira direta em todos os processos do ciclo hidrológico e na qualidade de água. Nas áreas urbanizadas há maior probabilidade de poluição do solo e cursos d'água. A falta de saneamento básico e a presença de criação de animais (classe de pastagem) contribuem para a poluição.

Além desse problema, nas áreas urbanizadas, o solo encontra-se quase totalmente impermeabilizado e existem obras de drenagem, canalização, retilinização dos cursos d'água. Estes fatores contribuem para o escoamento superficial, impedindo a infiltração e o armazenamento de água no solo, além de dificultar o retorno da água através da evapotranspiração. Esses motivos aumentam a vazão e a quantidade de sedimentos nos rios. Como consequência, em períodos de maior intensidade de precipitação, as chances de haver alagamento e inundação são maiores.

A classe área úmida, como se pode observar na figura 16, sobrepõem outras classes de uso da terra. Na região de estudo, são encontradas áreas úmidas tanto nas planícies quanto nos terraços marinhos. São lugares mais baixos do que os terrenos ao redor, onde aflora o lençol freático sempre ou em alguma época do ano. Ela se aplica sobre a vegetação pioneira de influência flúvio-marinha, local onde a vegetação já esta adaptada ao excesso de água. Também são encontradas áreas úmidas sob a pastagem plantada. Esse uso com pastagem é proposital, pois são áreas mais difíceis para edificar, sendo que em períodos de chuva há alagamento parcial, situação que não traz muitos problemas para atividade econômica de pecuária extensiva. Infelizmente, também foram identificadas áreas úmidas que recebem uso urbano na área de estudo. Esta sobreposição acaba gerando vários problemas para os moradores e para a integridade de seus bens pelo excesso de umidade ou pelos períodos de alagamento, resultantes de chuvas muito intensas e/ou continuadas na bacia. Essas áreas apresentam maior vulnerabilidade à poluição, principalmente as que recebem o uso de urbanização.

5.6 AMBIENTES NATURAIS E SEUS USOS E COBERTURA DA TERRA NA BACIA DO RIO TAVARES

Os ambientes naturais presentes no sistema hidrográfico do rio Tavares são individualizados por suas feições de relevo, as quais são constituídas por certos materiais geológicos e solos e sofrem a atuação de um conjunto de processos erosivos/deposicionais e hidrológicos. Ainda, os ambientes são colonizados por formações vegetais nativas, as quais podem estar modificadas ou ausentes por conta da ocupação humana. Cada ambiente identificado na área de estudo interfere de forma específica na infiltração, evaporação, armazenamento e escoamento da água que chega nela por meio das precipitações. A tabela 3 resume as características dos ambientes naturais identificados.

Tabela 2. Ambientes naturais do sistema hidrográfico do rio Tavares-Fpolis/SC e suas características.

FEIÇÕES DE RELEVO	MATERIAIS CONSTITUINTES (GEOLOGIA)	SOLOS	USO E COBERTURA DA TERRA
Esporões arenosos	Sedimentos arenosos depositados em regime de correntes de baía	Neossolos quartzarênico hidromórficos	• Vegetação pioneira de influência flúvio-marinha
Planície de maré	Sedimentos finos depositados em regime de estuário sob influência de marés	Gleissolos tiomórficos	• Manguezal • Solo exposto
Planície flúvio-marinha	Sedimentos marinhos arenosos retrabalhados por	Neossolos quartzarênico hidromórficos	• Capoeirinha • Pastagem • Mata • Área

	rios com acréscimo de finos e matéria orgânica		urbanizada • Vegetação pioneira de influência flúvio-marinha
Planície fluvio-lagunar	Sedimentos arenoso-siltoso depositados em ambientes lagunares	Neossolos quartzarênico hidromórficos, espodossolos e organossolos	• Capoeirinha • Mata • Pastagem • Área urbanizada • Vegetação pioneira de influência flúvio-marinha
Rampa e Planície colúvio- aluvionar	Sedimentos parcialmente selecionados de seixos, grânulos, areias imaturas, argilas e siltes, com ocorrência de blocos, matacões e seixos junto à linha de drenagem	Cambissolos	• Capoeirinha • Mata • Pastagem
Planície marinha	Sedimentos arenosos depositados sob regime de ondas e correntes	Neossolos quartzarênico hidromórficos	• Pastagem • Área urbanizada
Terraço marinho	Sedimentos	Neossolos	• Capoeirinha

com dunas	arenosos eólicos	quartzarênico hidromórficos e neossolos quartzarênico	• Solo exposto • Área urbanizada
Terraço marinho holocênico	Sedimentos arenosos marinhos holocênicos	Espodossolos e neossolos quartzarênico hidromórficos	• Silvicultura • Solo exposto • Área urbanizada • Pastagem • Vegetação pioneira de influência flúvio-marinha
Terraço marinho pleistocênico	Sedimentos arenosos marinhos pleistocênios	Neossolos quartzarênico	• Pastagem • Silvicultura • Solo exposto • Área urbanizada • Vegetação pioneira de influência flúvio-marinha
Rampa de dissipação	Sedimentos mal selecionados, geralmente grosseiros com proporções variadas, de blocos, matacões, seixos, grânulos, envoltos em	Cambissolos e neossolos quartzarênico	• Capoeirinha • Mata • Pastagem • Área urbanizada

	matriz siltico-argilosa		
Morros e montanhas	Rochas magmáticas plutônicas – granitoides	Argissolos, cambissolos e neossolos litólicos	• Capoeirinha • Mata • Pastagem • Área urbanizada

Fontes: Mapa geomorfológico, esboço geológico, esboço pedológico e mapa de uso da terra da bacia do rio Tavares.

A Unidade Esporão Arenoso se localiza no interior da planície flúvio-lagunar, próximo ao Aeroporto Hercílio Luz e deve a sua origem a sedimentação em regime de antigas correntes de baía. Nestes cordões criados pelas correntes da baía, houve ainda retrabalhamento eólico do seu topo. Por sua origem, os materiais que os compõem são arenosos e por isso, são desenvolvidos os solos neossolos quartzarênicos hidromórficos, ou seja, solos arenosos pouco desenvolvidos e com o lençol freático próximo da superfície. A vegetação que naturalmente coloniza este ambiente são as espécies da restinga, as quais podem suportar a falta de fertilidade do solo arenoso.

Em termos de disponibilidade hídrica, este ambiente apresenta grande quantidade de água em seu solo, contudo, este possui certa salinidade e ainda apresenta vulnerabilidade a contaminação, uma vez que se encontra em locais mais baixos do que seu entorno e o seu solo arenoso não permite a filtragem de contaminantes. Também um possível uso da água do seu interior, pode baixar o lençol freático e descaracterizar o solo e, por conseguinte, descaracterizar as condições necessárias para a colonização da vegetação nativa do local.

A Unidade Planície de Maré se distribui ao longo da faixa litorânea desde a localidade Fazenda do Rio Tavares até a foz do rio Tavares, onde há interferência da maré. Sua origem está ligada a atuação de correntes dentro da baía e presença da foz do rio Tavares. Estes agentes permitem a deposição de sedimentos. A vegetação do ecossistema de manguezal, principalmente a gramínea capim-praturá *(Spartina montividensis)* que cresce no limite com o mar, auxilia a retenção de sedimentos trazidos pela maré e pelo rio, permitindo o crescimento da planície. É composta por sedimentos finos depositados em regime

de estuário sob influência das marés. Sobre essa área está sendo formado o solo gleissolo tiomórfico que é composto essencialmente por matéria orgânica e material mineral lamoso. É uma área de baixa ondulação que proporciona o desenvolvimento do ecossistema de manguezal. Ele é conhecido como o berçário da vida marinha. Devido a toda sua importância biológica e física esse ecossistema é protegido por uma unidade de conservação de uso sustentável, a Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé.

É uma região que está sempre alagada (lençol junto da superfície) ou é inundada conforme as marés cheias que ocorrem duas vezes por dia. Também é uma área de descarga de água das áreas adjacentes mais altas. Apesar de haver grande quantidade de água, esta não possui qualidade boa para o consumo pelo ser humano, devido à presença da água salgada e da matéria orgânica em decomposição.

A Unidade Planície Flúvio-Marinha se desenvolve na localidade da Tapera e entre o Alto Ribeirão e o Campeche. Esta área foi formada pela regressão e transgressão do mar ao longo do Quaternário com posterior retrabalhamento pelos rios. É uma região de deposição de sedimentos oriundos de áreas mais altas trazidas pelos rios. É composto por sedimentos arenosos retrabalhados por rios de baixo gradiente que agregam sedimentos finos e matéria orgânica para estas planícies. Sobre esses sedimentos está se formando o solo neossolo quartzarênico hidromórfico. Apesar de não abranger grande extensão territorial, esta unidade está sob vários usos da terra, como capoeirinha, pastagem, mata, área urbanizada e vegetação pioneira de influência flúvio-marinha, a qual era a vegetação nativa. A presença de sedimento arenoso e o afloramento do lençol freático na superfície mostra que há armazenamento de água neste ambiente, contudo, também é uma área muito vulnerável para contaminação, principalmente das áreas urbanizadas (esgotos domésticos, principalmente por fossas sépticas) e pastagem (caso haja manejo dos pastos com herbicidas ou ainda pelas fezes dos animais pastoreados). Além disso, também é uma área que recebe água proveniente das áreas mais altas da bacia por meio de dos rios e do escoamento superficial que drenam das encostas cristalinas e dos terraços marinhos mais altos em volta.

A Unidade Planície Flúvio Lagunar cobre uma grande área do centro/sul da bacia. É formada pela regressão e transgressão do mar que originaram barreiras

arenosas, individualizando corpos lagunares. Com a regressão contínua do nível do mar e o acúmulo de sedimentos, hoje não existem mais as lagunas, sendo que o fundo das antigas lagunas foi retrabalhado ainda pela ação de rios. Seus terrenos são constituídos por sedimentos marinhos arenosos e por sedimentos arenoso-siltosos depositados em ambientes lagunares e trazidos pelos rios. Sobre esses sedimentos foram desenvolvidos neossolos quartzênicos hidromórficos, espodossolos e organossolos, ou seja, todos apresentando forte presença do lençol freático próximo da superfície. Devido a sua extensão, possui vários usos da terra como, capoeirinha, mata, pastagem e área urbanizada. A sua forma alongada com direção leste/oeste provavelmente está ligada a um lineamento que se estende nas encostas cristalinas adjacentes. Na área da planície, as rochas do lineamento foram mais erodidas e por isso formam hoje terrenos mais baixos e cobertos pelos sedimentos marinhos, lagunares e fluviais.

A baixa altitude junto com a proximidade do lençol freático faz com que haja maior possibilidade de água aflorando na superfície. Porém, a presença de espodossolos e organossolos mostra que há acúmulo de matéria orgânica, o que confere acidez para a água ali armazenada, tornando-a de má qualidade para o consumo humano. Além disso, também é uma área muito vulnerável a contaminação.

A Unidade Planície Marinha se encontra na localidade Alto Ribeirão. Ela foi formada no Quaternário, com os processos de regressão e transgressão do nível do mar ainda na época do Holoceno. Estes cordões, depositados sob ação de correntes e marés, formaram uma planície marinha que ainda foi retrabalhada pela ação do vento. Sobre esse ambiente se desenvolve neossolos quartzarênicos hidromórficos. A cobertura vegetal nativa de restinga foi substituída por pastagem e, áreas urbanizadas estão se expandindo sobre este ambiente sujeito a alagamentos.

A proximidade com o mar faz com que haja presença de salinidade nessas áreas. Por este ambiente apresentar solo arenoso e possuir o lençol freático junto da superfície, há pouca possibilidade de infiltração de água e possibilidade de alagamentos pela subida do lençol em momentos de chuvas intensas e/ou continuadas, o que significa que esta se torna uma região capaz de armazenar água. Também é uma área muito vulnerável para contaminação por causa da

permeabilidade do material arenoso, especialmente com avanço do processo de urbanização.

A Unidade Terraço Marinhos pleistocênicos e holocênicos estão em grandfe parte da área de estudo. Representa terrenos constituídos por cordões arenosos depositados em nível de mar mais alto, sendo posteriormente retrabalhados pelo vento. O terraço mais antigo forma o divisor leste e norte da bacia do rio Tavares. Eles também estão mais próximos das elevações cristalinas ao sul. O terraço holocênico é encontrado na parte central da bacia. É possível ver um escalonamento entre os terraços holocênicos e os pleistocênicos em alguns pontos.

Diferentes tipos de solos se desenvolvem nestes terraços, porém todos com textura arenosa em função das deposições marinha e eólica. Há a formação de solo neossolos quartzarênicos no terraço pleistocênico e neossolos quartzarênicos hidromórficos e espodossolos no terraço holocênico. Os espodossolos, além de serem hidromórficos apresentam grande acidez por conta do horizonte espódico. Desta forma, apesar de terem água livre, esta não possui boa qualidade. O neossolo quartzarênico é arenoso e possui boa infiltração. Já o neossolo quartzarênico hidromórfico apresenta o lençol freático aflorando na superfície, dificultando a infiltração e facilitando a contaminação.

Nos terraços tem-se diferentes tipos de uso da terra. solos expostos com terraplanagem podem sofrer com processos erosivos e produzir sedimentos que vão assorear os curso d’água. Onde há silvicultura, mesmo que em pequena escala, auxilia na infiltração da água e dos aquíferos. Também há pastagens que vão possibilitar pouca infiltração da água da chuva, em função de suas raízes pequenas, mas, por outro lado, evitam a erosão pluvial. A presença de vegetação pioneira de influência flúvio-marinha evidencia que existem áreas onde a presença do lençol freático próximo da superfície dificulta a ocupação humana, sendo preservada a vegetação nativa. São áreas com presença de água constante na superfície, saturando o solo e dificultando a infiltração. Além de todos estes usos, também há muitas áreas urbanizadas. Por ser uma área plana e mais alta que o nível do mar, é atrativo para esse tipo de ocupação. Porém, a presença de solo arenoso aliado com a falta de saneamento básico possibilita a poluição tanto do solo quanto das águas subterrâneas e superficiais.

A Unidade Rampa de Dissipação se localiza no sopé das encostas cristalinas, no contato entre elas e os terraços marinhos. A origem destas rampas é a deposição de sedimentos eólicos escorados nas elevações cristalinas. Em função desta situação, as rampas de dissipação são constituídas por areias eólicas misturadas com sedimentos de diversos tamanhos, especialmente areias, grânulos e siltes e argilas, que descem as encostas.

Estes materiais apresentam solos com boa permeabilidade, apesar de ser pouco desenvolvido (cambissolos), o que permite o armazenamento de água. Contudo, esta permeabilidade também leva a maior vulnerabilidade destes locais para a chegada de contaminantes.

Neste ambiente há presença de áreas com mata que possibilitam maior infiltração da água, abastecendo os aquíferos, e áreas com capoeirinha que colaboram também nesse processo só que com menor intensidade. A pastagem existente nessa área diminui um pouco o processo de infiltração, mas protegem dos processos erosivos, pois são áreas com leve inclinação. Apesar de mais escassas, também há presença de áreas urbanizadas, que dificultam a infiltração da água e a recarga dos aquíferos, além de possibilitar a poluição dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais.

A Unidade Planície Colúvio-aluvionar se localiza na localidade do Rio Tavares, ocupando uma pequena parcela do território. Sobre essa área, foram depositados sedimentos vindos da encosta cristalina. É uma região que sofre com os processos erosivos e deposicionais mais intensos que as outras planícies devido a sua posição no sopé das encostas cristalinas, sendo modelados por fluxos torrenciais, movimentos de massa e escoamento superficial concentrado. São compostos por sedimentos parcialmente selecionados de seixos, grânulos, areias imaturas, argilas e siltes, com ocorrência de blocos, matacões e seixos junto à linha de drenagem. Sobre esse sedimentos se formou o solo cambissolo. Sob sua área há mata, capoeirinha e pastagem. Pode armazenar água devido a sua posição topográfica e sua permeabilidade (textura de sedimentos grossos).

A Unidade Morros e Montanhas se desenvolve nas extremidades norte e sul da área de estudo, nas localidades do Alto Ribeirão e Rio Tavares, onde há altitudes maiores e algumas unidades no centro do sistema hidrográfico com altitudes menores. A inclinação dos terrenos desta unidade pode ser alta, chegando em alguns setores a 45º. São elevações na forma de morros e

montanhas modeladas em rochas magmáticas plutônicas (granitóides). A presença de lineamentos nestas rochas ajuda no armazenamento de água e se configura como aquíferos. Os solos que se desenvolvem a partir da alteração destas rochas são os argissolos, cambissolos e neossolos litólicos. O Argissolo possui boa capacidade armazenamento em função de sua maior espessura, pois aparece nas partes menos íngremes das elevações. O cambissolo já é um solo menos desenvolvido que aparece em inclinações mais acentuadas e por isso tem menor capacidade armazenamento de água por causa de sua pouca espessura, apesar da boa permeabilidade dada por sua textura. O neossolo litólico tem pequena espessura e por si só é mal armazenador de água.

A presença de mata contribui para a infiltração da água por meio das raízes, evita o processo erosivo do solo além de diminuir a possibilidade de movimentos de massa. A presença de capoeirinha e pastagem também colaboram em menor escala para a infiltração da água, porém não evitam o processo de erosão. A presença de poucas áreas urbanizadas é por causa das significativas inclinações dos terrenos desta unidade. A construção de edificações nesta unidade implica na realização de cortes de encosta e isso é muito perigoso para a ocorrência de movimentos de massa, além disso, a ocupação por moradias ali também pode poluir as águas superficiais e subterrâneas através do esgoto.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho realizou uma base para futuramente ser estruturado um diagnóstico dos recursos hídricos no sistema hidrográfico do rio Tavares visando avaliar a disponibilidade hídrica desta região. Para cumprir este objetivo foram analisadas as características físicas e usa da terra do sistema hidrográfico e como estes interferem nos processos do ciclo hidrológico.

A área de estudo possui clima úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano inteiro, apesar de existirem épocas do ano em que chove menos como no outono e inverno. Também se constatou que existem anos mais chuvosos, com risco de inundações e anos mais secos com possibilidade de estiagem. Esses fatores interferem diretamente na quantidade de água que entra e sai da região e por isso foi importante analisar vários anos para poder fundamentar o estudo.

Parte da água que chega na área de estudo pela precipitação pode ficar armazenado nas rochas fraturadas e mantos de alteração das encostas. Porém, a presença de mantos de alteração poucos espessos e a alta inclinação diminui o armazenamento. Nessa área há também densa cobertura de mata o que contribui para a infiltração da água através das raízes.

Na maior parte das planícies presentes no sistema hidrográfico do rio Tavares há acumulo de água proveniente das áreas mais altas e do afloramento do lençol freático. Parte dessas planícies está mais próxima à foz do rio e por isso sofre influência da água salina, possuem acúmulo de matéria orgânica presente no manguezal além de estarem localizados sobre sedimentos inconsolidados que representam maior suscetibilidade a contaminações.

Nos terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos se encontra a maior parcela de urbanização da área estudo. Os solos arenosos destes terraços e sua forma aplainada permitem um bom armazenamento de água nestas unidades, porém a grande permeabilidade associada com a ocupação humana por pastagens e edificações aumenta o perigo de poluição deste aquífero. Isto impossibilita o seu uso para o consumo humano e animal.

A análise dos ambientes integrados com o uso da terra possibilitou entender como se comporta a distribuição da água e como está sua qualidade. Conclui-se que entra grande quantidade de água na bacia, sendo que a maior parte desta permanece dentro da área de estudo, porém pode sofrer poluição por presença de sais, matéria orgânica e, principalmente, pela ocupação humana.

Este estudo se baseou principalmente em dados secundários. Espera-se que com ele possa se subsidiar análises mais profundas sobre o sistema hidrográfico do rio Tavares, como a elaboração de um plano de gestão de recursos hídricos conforme a Lei Federal 9.433/97. Outros tipos de ordenamentos territoriais baseados em políticas públicas também podem se beneficiar do estudo aqui efetuado, tais como plano diretor, gerenciamento costeiro, entre outros.

7 REFERENCIAL

ARAUJO, Dorothy S. D. **A natureza das restingas.** In: Ciência Hoje Eco-Brasil. Rio de Janeiro: Bloch Editores S.A., 1992.

BENETTI, A.; BIDONE, F. O Meio Ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/USP/ABRM, 1997, p. 849-875.

BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 2002, p. 635-649.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 27 jul. 1934. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 de jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 145, de 12 de dezembro de 2012. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2013

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

_____. Aspectos da análise sistêmica em geografia**.** In: **Geografia**. V 3, n 9**.** Rio Claro: 1978.p.01-31.

_____. **Análise de sistemas em geografia**. Hucitec: ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

HERRMANN, M. L. P.; ROSA, R. O. Geomorfologia. In: IBGE. DIGEO. **Mapeamento Temático do município de Florianópolis**. Florianópolis, IPUF, 1991. 62p.

HORN FILHO, N. O et al . Estudo geológico dos depósitos clásticos quarternários superficiais da planície costeira de Santa Catarina. In: **Gravel**. V. 12-1. Porto Alegre: 2014.

KLEIN. Roberto. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**, 1978.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LEINZ, Viktor; AMARAL, Sérgio Estanislau do**. Geologia geral**. São Paulo: Ed. Nacional, 1995. 399 p.

MACHADO, P. J. O; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengane Learning, 2012.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Indicadores ambientais e recursos hídricos:** Realidade e Perspectivas para o Brasil a Partir da Experiência Francesa. 2. ed. Rio de Janeiro: Berttrand Brasil, 2010.

MARTINS, J. A. Infiltração. In: PINTO, N. L. de Souza et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1976, p. 44-55.

MONTEIRO, M.A. **Caracterização climática de Santa Catarina**: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. Geosul Florianópolis, v.16, nº 31, p. 69-78, jan./jun. 2001.

MOTA, S. **Preservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1988.

POSTIGLIONI, S. G. **Subsídios ao planejamento da ocupação humana na região da Tapera-Ribeirão, Florianópolis/SC, a partir das características do meio f´ísico.** 2011. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina. 2011.

RODRIGUES, Roberta Baptista. **SSD RB** - Sistema de suporte a decisão proposta para a gestão quali-quantitativa dos processos de outorga e cobrança pelo uso da água. 2005. 179 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

RODRIGUES, C. ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURA, L. A. B. (Org.). **Praticando geografia:** técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, p. 147-66.

SOMMER, S.; ROSATELLI, J. S. Solos. In: IBGE. DIGEOS. **Mapeamento temático do município de Florianópolis**. Florianópolis, IPUF, 1991. 62p

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em questão**, n. 16, 1977.p.01-51.

TOMAZZOLI, E.E & PELLERIN, J.M. **Unidades do mapa geológico da ilha. Geosul, Florianópolis**, v. 30, n. 60, p 225-247, jul./dez. 2015.

TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator**, v. 5, n. 10, 2006.p. 79-89.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e a bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia:** ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH : EDUSP, 1993, p. 35-52.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes:** hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

VARGAS, T. F. **Diagnóstico dos recursos hídricos da bacia do rio Ratones como um subsídio para um plano de gestão.** 2013. 111 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina. 2013.

VILELLA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.