

APLICAÇÃO DO MODELO PRESSÃO-ESTADO-
RESPOSTA (PER) EM UM CÓRREGO NO
ITACORUBI (FLORIANÓPOLIS/SC)
CONSIDERANDO SUA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA DE INFLUÊNCIA

Mirian Rechia Olberg

Florianópolis, 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Mirian Rechia Olberg

APLICAÇÃO DO MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA (PER)
EM UM CÓRREGO NO ITACORUBI (FLORIANÓPOLIS/SC)
CONSIDERANDO SUA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DE
INFLUÊNCIA

Trabalho apresentado à Universidade Federal
de Santa Catarina para a conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Almeida
Mohedano

Florianópolis, novembro de 2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Olberg, Mirian Rechia
Aplicação do Modelo Pressão-Estado-Resposta (PER)
em um córrego no Itacorubi (Florianópolis/SC)
considerando sua sub-bacia hidrográfica de
influência / Mirian Rechia Olberg ; orientador,
Rodrigo de Almeida Mohedano, 2018.
98 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Bacias
hidrográficas. 3. Urbanização. 4. Indicadores
ambientais. 5. Modelo PER . I. de Almeida Mohedano,
Rodrigo . II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

APLICAÇÃO DO MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA (PER) EM UM
CÓRREGO DO ITACORUBI (FLORIANÓPOLIS/SC) CONSIDERANDO SUA SUB-
BACIA HIDROGRÁFICA DE INFLUÊNCIA

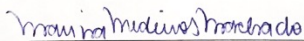
Mirian Rechia Olberg

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



Prof. Dr. Rodrigo de Almeida Mohedano
(Orientador)

BANCA EXAMINADORA:



Prof.ª Dr.ª Marina de Medeiros Machado



Eng. Thales Eduardo Tavares Dantas

Florianópolis, novembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, que sempre me incentivou a estudar e acreditar na educação como forma de transformação social. Obrigada por todo o apoio, pelos conselhos, por me encorajar e confiar em mim. Me espelho em ti, mãe. Agradeço ao meu pai (*in memoriam*), que questionou o mundo de uma forma única, que me ensinou a não ter medo e a lutar pelo que acredito.

À minha irmã, Mariana, que da mesma forma me apoiou, trazendo leveza, carinho e palavras de ânimo. Tua força e coragem são meus exemplos, Ma.

Aos amigos que fiz na UFSC, em especial Priscilla, Renata, Emanuel e Rafael (*in memoriam*). Vocês são parte da minha formação e transformação enquanto pessoa. Me orgulho de ter amigos como vocês.

Ao meu companheiro, Vinicius, pelo apoio e amor, principalmente nessa última etapa, na qual ansiedade e angústia muitas vezes emergiram.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Mohedano, que fez com que a ideia do trabalho se consolidasse, sempre com inteligência, compartilhando seu conhecimento e paciência. Obrigada, professor.

Ao Laboratório Integrado de Meio Ambiente (LIMA), do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC, pela disponibilização do espaço e material para as análises. Obrigada, Elaine, pela paciência e dedicação no laboratório.

A todos, que de alguma forma fizeram parte dessa jornada, obrigada!

RESUMO

A urbanização que ocorre nos países em desenvolvimento gera, entre outros problemas, a ocupação desordenada em áreas sem infraestrutura adequada, o que contribui para a degradação ambiental e poluição dos corpos hídricos. O bairro do Itacorubi, em Florianópolis, é uma região com histórico de ocupação urbana acelerada e poluição de seus cursos d'água. O córrego do Itacorubi, com nascentes no Morro do Quilombo, deságua no rio Itacorubi e, posteriormente, no manguezal. Nesse contexto, objetivou-se avaliar os efeitos da urbanização sobre esse córrego, através de indicadores ambientais expressos pelo modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), considerando sua sub-bacia hidrográfica de influência. Os indicadores selecionados foram: *Indicadores de Pressão* - uso do solo, densidade demográfica em área ocupada, saneamento, e retificação do canal; *Indicadores de Estado* - cobertura vegetal e qualidade da água do córrego; *Indicadores de Resposta* - Plano Diretor, cumprimento do Código Florestal e Lei da Mata Atlântica; Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009; iniciativa privada e sociedade civil. A metodologia para a medição dos indicadores ocorreu através de revisão bibliográfica; da obtenção de dados em campo, como registros fotográficos, entrevistas, coleta e análise da água do córrego do Itacorubi; dados secundários; e através de mapeamentos. Como produto, construiu-se uma matriz de vulnerabilidade para o córrego do Itacorubi, salientando-se as conexões entre os indicadores de *Pressão* e *Estado*. A matriz apontou que os indicadores de *Pressão* uso do solo e saneamento são os que mais influenciam no indicador de *Estado* qualidade de água. Diante das *Respostas* atuais, observou-se que apesar de haver um Plano Diretor, de Saneamento Básico, legislações pertinentes à conservação ambiental e algumas ações da sociedade civil, o córrego do Itacorubi passa por um processo intenso de antropização, causado pela urbanização e seus efeitos na sub-bacia de estudo.

Palavras-chave: Bacias hidrográficas; Urbanização; Indicadores ambientais; Modelo PER.

ABSTRACT

The urbanization that occurs in developing countries contributes, among other problems, to a disorderly occupation in areas with inadequate infrastructure, which contributes to the environmental degradation and pollution of water bodies. The neighborhood of Itacorubi, in Florianópolis, is a region with a history of extensive urban occupation and pollution of its water courses. The Itacorubi stream, with springs in Morro do Quilombo, flows into the Itacorubi river and then into the mangrove swamp. In this context, the paper objective was to evaluate the effects of urbanization on this stream, through measurable environmental indicators expressed by the Pressure-State-Response (PER) model, considering its hydrographic sub-basin. The indicators were: *Pressure indicators* - land use, demographic density in occupied area, sanitation, and channel rectification; *State Indicators* - vegetation cover and water quality of the stream; *Response Indicators* - Master Plan, Forest Code and the Atlantic Forest Law; Integrated Basic Sanitation Plan, CONAMA 430/2011 and Decree 14.675/2009; private initiative and civil society. The methodology for the measurement of indicators occurred through bibliographic review; field data, such as photographic records, interviews, water analysis; secondary data; and through mapping. As a product, a vulnerability matrix was built for the Itacorubi stream, emphasizing the connections between the *Pressure* and *State* indicators. The matrix indicated that the *Pressure* indicators land use and sanitation are those most influence in the water quality indicator. Considering the current responses, it was observed that although there is a Master Plan, Basic Sanitation Plan, environmental conservation legislation and some initiatives of society, the Itacorubi stream goes through an intense anthropization process, challenged by urbanization and its consequences in the hydrographic sub-basin at the study area.

Keywords: Hydrographic basin; Urbanization; Environmental indicators; Model PER.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Concepção estratégica da gestão integrada das águas urbanas	21
Figura 2 - Relações entre os sistemas das águas urbanas	21
Figura 3 - Pirâmide da informação	25
Figura 4 - Modelo PER	27
Figura 5 - Condomínios residenciais verticais até a aprovação do zoneamento de 2014	35
Figura 6 - Sobreposição dos zoneamentos das APL's de 1982, 1997 e 2014	36
Figura 7 - Sub-bacia de estudo	42
Figura 8 - Localização do córrego de estudo	43
Figura 9 - Mapa da área urbana, campo aberto e vegetação.....	44
Figura 10 - Zoneamento do Plano Diretor Municipal de 2014	45
Figura 11 - Mapa uso do solo da sub-bacia e zoneamento do Plano Diretor de 2014	57
Figura 12 - Delimitação do bairro Itacorubi e área ocupada	59
Figura 13 - Rua do Quilombo	61
Figura 14 - Rodovia Amaro Antônio Vieira	61
Figura 15 - Córrego em área urbana	63
Figura 16 - Percurso do córrego retificado	64
Figura 17 - Localização dos pontos de coleta	66
Figura 18 - Localização do Ponto 1	67
Figura 19 - Localização do Ponto 2, com destaque para a saída da galeria pluvial	67
Figura 20 - Localização do Ponto 3	68
Figura 21 - Resultados para coliformes totais	68
Figura 22 - Resultados para <i>E.coli</i>	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicador de Pressão: Uso do solo	46
Quadro 2 - Indicador de Pressão: Densidade demográfica em área ocupada	47
Quadro 3 - Indicador de Pressão: Saneamento	48
Quadro 4 - Indicador de Pressão: Retificação do canal	49
Quadro 5 - Indicador de Estado: Cobertura vegetal	51
Quadro 6 - Indicador de Estado: Qualidade da água	52
Quadro 7 - Indicador de Resposta: Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica	53
Quadro 8 - Indicador de Resposta: Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009	54
Quadro 9 - Indicador de Resposta: iniciativa privada e sociedade civil.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocupação na região de estudo	56
Tabela 2 – Resultados para coliformes totais e <i>E.coli</i>	69
Tabela 3 - Limites para coliformes termotolerantes em Classes de corpos d'água	70
Tabela 4 - Tabela resumo dos resultados	74
Tabela 5 - Matriz de vulnerabilidade de Pressão e Estado	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APL	Área de Preservação Uso Limitado
APL-E	Área de Preservação Uso Limitado - Encosta
APP	Área de Preservação Permanente
ARM	Área Residencial Mista
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina
CIASC	Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina
CIRAM	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxigênio no quinto dia
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FER	Força motriz-Estado-Resposta
FPIER	Força motriz-Pressão-Impacto-Estado-Resposta
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPUF	Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
IQA	Índice de Qualidade da Água
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Técnica Brasileira
NMP	Número Mais Provável
NTK	Nitrogênio total
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
PER	Pressão-Estado-Resposta
PEIR	Pressão-Estado-Impacto-Resposta
PISB	Plano Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SST	Sólidos Suspensos Totais
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UTP	Unidades Territoriais de Planejamento
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS	12
1.1.1. Objetivo geral	12
1.1.2. Objetivos específicos	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1. PRESSÃO DA URBANIZAÇÃO SOBRE OS CORPOS HÍDRICOS	13
2.1.1. Instrumentos de gestão do uso e ocupação do solo	14
2.2. RIOS URBANOS	18
2.2.1. Revitalização	18
2.2.2. Gestão integrada das águas urbanas	20
2.3. INDICADORES AMBIENTAIS	24
2.3.1. Modelo Pressão-Estado-Resposta (PER)	26
2.3.2. Análise dos indicadores ambientais	29
3. METODOLOGIA	30
3.2. Modelo PER	37
3.3. Construção dos Mapas	38
3.4. Questionários	38
3.5. Análise de Água do Córrego	39
3.6. Matriz de Vulnerabilidade	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1. ÁREA DE ESTUDO	41
4.1.1. Ocupação atual	43
4.1.2. Situação atual do Plano Diretor no Itacorubi	45
4.2. QUADROS DOS INDICADORES PER	46
4.2.1. Indicadores de Pressão	46
4.2.2. Indicadores de Estado	50
4.2.3. Indicadores de Resposta	53
4.3. AVALIAÇÃO DOS INDICADORES	56
4.4. MATRIZ DE VULNERABILIDADE DE PRESSÃO E ESTADO	74
5. CONCLUSÃO	76
6. LIMITAÇÕES E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS	79
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICES	89

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano acentuou-se a partir da segunda metade do século XX, com concentrações populacionais em espaços reduzidos, trazendo impactos tanto para os ecossistemas terrestres e aquáticos, como para a população, resultando na perda da qualidade de vida (TUCCI, 2005).

Frente às pressões da urbanização sobre os corpos hídricos, os instrumentos de controle para a ocupação do solo, como o Plano Diretor e o Código Florestal, se tornam indispensáveis na gestão urbana. Do mesmo modo, os serviços de saneamento têm papel crucial para o cumprimento dos objetivos desses instrumentos e a preservação dos corpos hídricos.

Na busca da qualidade ambiental e dos recursos hídricos, a revitalização dos rios e córregos urbanos, muitas vezes suprimidos na paisagem das cidades, mostra-se como elemento importante na discussão.

Essa temática vem sendo discutida e ganhando notoriedade, como apresentado por Rolo, Gallardo e Ribeiro (2017), que apresentam programas públicos que visam reverter o quadro de degradação atual dos rios urbanos e programas de revitalização de rios na cidade de São Paulo. Garcias e Afonso (2013) também estudam ações de revitalização de rios urbanos, como o corte das fontes pontuais de poluição (esgotos), a recuperação da mata ciliar e áreas úmidas, e a participação social nas ações.

Diante do cenário de degradação de cursos d'água, faz-se necessário levantar informações que explicitem os aspectos complexos relativos à qualidade do meio ambiente. A avaliação do estado ou qualidade de um ecossistema é uma tarefa complexa, pois estes não são estáticos, uma vez que existem variações decorrentes dos ciclos naturais e as provocadas pela ação humana.

Nesse sentido, os indicadores ambientais auxiliam no diagnóstico das alterações no estado do ambiente decorrentes de atividades humanas, e são importantes instrumentos de planejamento e gestão dos espaços urbanos (SANTOS, 2004).

Para isso, o modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), enquanto marco ordenador para apresentação de indicadores ambientais, evidencia as pressões das atividades humanas sobre o meio ambiente, auxiliando a percepção e a interdependência entre as questões ambientais e as outras esferas da sociedade (PNUMA, 2007).

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

(OCDE), em seu relatório intitulado “Green Growth in Cities” 2013, consolidou o uso dos indicadores PER, que são considerados ponto de partida para a análise dos impactos sobre o meio ambiente (OCDE, 2013). Nesse relatório apresentam-se os resultados e recomendações em relação à área urbana estudada, contribuindo assim, para as políticas públicas urbanas e ambientais.

O bairro do Itacorubi, localizado em Florianópolis, é uma região adensada, que passa por questões de ocupação desordenada, descumprimento das diretrizes urbanísticas e saturação da infraestrutura (CRAVO, 2017). Inserido no Itacorubi, o Morro do Quilombo, onde nascem alguns cursos d’água, se urbanizou e foi regularizado pelo Estado com o passar do tempo (CRAVO, ROSSETO e STORCH, 2016).

Por conseguinte, o presente trabalho buscou investigar os efeitos da urbanização em um curso d’água com nascentes no Morro do Quilombo, conhecido como córrego do Itacorubi, considerando sua sub-bacia hidrográfica de influência, através de indicadores ambientais mensuráveis expressos pelo modelo Pressão-Estado-Resposta (PER).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Investigar os efeitos da urbanização em um córrego no bairro do Itacorubi, Florianópolis/SC, considerando sua sub-bacia hidrográfica de influência, através do modelo PER.

1.1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a sub-bacia do córrego do Itacorubi conforme suas características urbanísticas e socioambientais;
- Estabelecer e avaliar indicadores de *Pressão, Estado e Resposta* no córrego do Itacorubi frente a aspectos socioambientais e urbanísticos da sua sub-bacia de influência;
- Desenvolver uma matriz de vulnerabilidade entre *Pressão e Estado* para a área de estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PRESSÃO DA URBANIZAÇÃO SOBRE OS CORPOS HÍDRICOS

A urbanização nos países em desenvolvimento se dá de forma insustentável, agravando a qualidade de vida e o meio ambiente. O Brasil tem, de acordo com o Censo 2010, 84,4% da população vivendo em áreas urbanas (IBGE, 2010). Mais de 90% da população brasileira viverá em cidades em 2030 (CEPAL, 2017).

Conforme Tucci (2012), os principais problemas devido ao uso do solo e que resultam em impactos diretos sobre os recursos hídricos são: a expansão irregular sobre as áreas de mananciais, o que compromete a sustentabilidade hídrica das cidades, e o aumento da densidade habitacional, com consequente elevação da demanda de água e da carga de efluentes domésticos sem tratamento, em parte lançados nos rios próximos às cidades.

O Relatório Ambiental Urbano, desenvolvido pelo PNUMA através do Projeto GEO CIDADES, identifica que os principais vetores de pressão sobre o meio ambiente da cidade do Rio de Janeiro decorrem diretamente do processo de urbanização acelerada, de modo semelhante na maior parte das cidades brasileiras. Dentre os vetores, estão: déficit de habitação, principalmente pela população de baixa renda; uso e ocupação do solo legal e ilegal em áreas ambientalmente frágeis; e déficit crescente de infraestrutura de coleta e destinação adequada de esgotos sanitários, tanto em áreas de ocupação ilegal como legal (CRESPO; LAROVERE, 2002).

Os principais problemas relacionados com a infraestrutura de água no ambiente urbano são: a insuficiência no tratamento de esgoto, com regiões sem coleta e tratamento desses efluentes, existindo casos em que apesar de haver redes coletoras de esgoto, os imóveis não estão ligados à rede; a impermeabilização e canalização dos rios urbanos, com o aumento da carga de resíduos sólidos e queda da qualidade da água pluvial sobre os rios próximos das áreas urbanas; a deterioração da qualidade da água devido à falta de tratamento dos efluentes; e a ausência de uma gestão que integre o solo urbano a sua infraestrutura (TUCCI, 2005).

A falta de fiscalização favorece, involuntariamente, loteamentos irregulares ou clandestinos nas áreas de mananciais. Soma-se a isso a falta de infraestrutura básica, como rede coletora e tratamento de esgoto.

Conforme Maricato (2003), a legislação brasileira de proteção de áreas de manancial foi criada para proteger essas áreas, porém, de forma contrária, incentiva a ocupação. Isso porque as áreas desprezadas pelo mercado imobiliário, ambientalmente frágeis, foram as que sobraram para a população de baixa renda, que, sem opção de moradia, lá se instalou (MARICATO, 2003).

Por isso, a pressão da urbanização sobre os corpos hídricos está permeada por questões de crescimento insustentável das cidades, ilegalidade no uso do solo, e falta de infraestrutura básica, como saneamento básico.

2.1.1. Instrumentos de gestão do uso e ocupação do solo

O uso e ocupação do solo devem ser feitos prezando pela conservação ambiental. Para isso, existem instrumentos de gestão para esse controle. Dentre os instrumentos, estão: zoneamento e Plano Diretor; Código Florestal; Lei da Mata Atlântica; e Plano Nacional do Meio Ambiente.

O zoneamento visa delimitar geograficamente áreas territoriais estabelecendo regimes especiais de uso da propriedade, dividindo o solo municipal em razão do uso destinado. Para isso, o Plano Diretor, principal lei do município, trata da organização e ocupação do seu território, sendo resultado de um processo político, dinâmico e participativo entre a sociedade, a fim de construir um projeto de desenvolvimento do município (BRASIL, 2001).

O Estatuto da Cidade impõe não apenas o que se deve buscar com o Plano Diretor, mas determina questões metodológicas e operacionais (BRASIL, 2001):

*"Art. 42. O plano diretor deverá conter no mínimo:
I - a delimitação das áreas urbanas onde poderá ser aplicado o parcelamento, edificação ou utilização compulsórios, considerando a existência de infraestrutura e de demanda para utilização, na forma do art. 5º desta Lei"*

Conforme o Estatuto da Cidade (2001), o Plano Diretor regula as leis do parcelamento, uso e ocupação do solo e zoneamento ambiental, sendo obrigatório para cidades com população superior a 20.000 habitantes, com revisão a cada dez anos, priorizando o formato participativo. Com isso, torna-se o instrumento responsável por todo o processo de urbanização a

partir de então.

Maricato (2011), em sua visão mais crítica, ressalta que apesar da existência de Planos Diretores, a urbanização se dá de forma desigual, havendo uma dissociação entre gestão urbana e Plano Diretor, o que resulta em planejamento urbano para alguns e uma "cidade ilegal" para grande parte da população. Essa cidade ilegal, negligenciada pelo mercado imobiliário e pelo Poder Público são as áreas ambientalmente frágeis, de encostas de morro e mananciais, protegidas por legislação específica.

Diante da vulnerabilidade de pessoas que precisam de moradia, empreendedores responsáveis pelos loteamentos irregulares apresentam propostas atrativas com promessas de regularização da área. As consequências são ocupação de áreas ambientalmente sensíveis e exposição a riscos de toda ordem ante a ausência do Estado por conta da clandestinidade.

Após passar por seis Planos Diretores, Florianópolis obteve seu primeiro plano aparentemente de acordo com as regras do Estatuto da Cidade, que prevê um plano participativo (CRAVO, 2017).

Em vigor, o plano objetiva regular o uso do solo, evitar a ocupação desordenada e a especulação imobiliária em áreas de interesse social e ambiental. Porém, há discordâncias que impedem que o plano funcione efetivamente, como pontos de divergência acerca do parcelamento de solo, classificação de zoneamento, construção em Área de Preservação Permanente (APPs) e interesse particulares de bairros. A busca por um eixo comum é ainda um entrave.

O Plano Diretor de 2014 de Florianópolis foi elaborado pelo Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF) e é dividido em duas partes: Lei Complementar 001/1997 (zoneamento, uso e ocupação do solo no distrito sede de Florianópolis) e Lei Complementar 2.193/1985 (zoneamento, uso e ocupação do solo nos balneários da Ilha de Santa Catarina) (FLORIANÓPOLIS, 2014). Nele, pretendeu-se nortear o uso e ocupação do solo, agregando a preservação ambiental e a economia local.

O artigo 48 da seção III do Plano Diretor de Florianópolis (2014) trata do zoneamento ambiental e dos limites à ocupação, proibindo a construção e impermeabilização do solo em todas as APPs. Nelas são vedadas a supressão da floresta e das demais formas de vegetação nativa, parcelamento do solo ou outras intervenções, ressalvados casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental e implantação de parques urbanos, respeitando a legislação específica.

Como o Código Florestal, Lei 12.651/12 (BRASIL, 2012), limita os

direitos de propriedade sobre as florestas e vegetações em território nacional, bem de interesse comum, o Plano Diretor é peça fundamental no controle da supressão de vegetação em APP. As APPs têm como função principal manter o equilíbrio do ecossistema, e estão localizadas na beira dos rios, nascentes, lagoas, topos de morros, encostas, montanhas e serras.

Sepe, Pereira e Bellenzani (2014) destacam as principais mudanças trazidas pelo Novo Código Florestal para as áreas urbanas em relação ao Código Florestal de 1965:

- Delimitação das APPs de curso hídrico: Considera-se APP, em zonas rurais ou urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima diferenciada a partir da largura do curso hídrico, enquanto que o Código de 1965 preconizava a medida a partir do nível mais alto do curso hídrico;
- Delimitação das APPs no entorno dos lagos e lagoas naturais: Na área urbana é exigida faixa de APP com largura de 30 metros;
- Delimitação das APPs das nascentes e dos olhos d'água: A faixa de APP deve ter um raio mínimo de 50 metros, abrangendo apenas as nascentes e olhos d'água perenes que dão origem a um curso d'água, enquanto que o Código de 1965 incluía nascentes e olhos d'água intermitentes e não definia que estes deveriam dar origem a curso d'água;
- Intervenção ou supressão de vegetação nativa em APP por utilidade pública ou interesse social: não é exigida comprovação da inexistência de alternativa técnica e locacional para todas as situações enquadradas como de utilidade pública e de interesse social;
- Inserção de área verde urbana: Define área verde urbana como espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais.

A Lei da Mata Atlântica, nº 11.428/2006, visa assegurar direitos e deveres dos cidadãos e de órgãos públicos para explorá-la de forma

consciente e sustentável, sem prejudicar seu ecossistema (BRASIL, 2006).

Conforme Atlas dos Remanescentes da Mata Atlântica, realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica em conjunto com o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017), atualmente o bioma remanescente corresponde a menos de 13% da área que já ocupou.

A conservação e preservação do bioma é um enorme desafio, visto que sua localização coincide com as áreas mais adensadas do território brasileiro. A Lei é aplicada nos estados onde há esse bioma, e Santa Catarina está entre eles.

O Núcleo de Defesa da Mata Atlântica (2015) apresenta a aplicação da Lei da Mata Atlântica em ambientes urbanos. A supressão de vegetação no estágio médio de regeneração localizada em área urbana depende de autorização do órgão ambiental municipal. Para as áreas urbanas e regiões metropolitanas, quando a supressão for para fins de loteamento ou edificação, dependerá de autorização do órgão ambiental competente e respeito ao Plano Diretor e demais normas urbanísticas e ambientais.

É também vedada a supressão de vegetação primária. Nos perímetros urbanos aprovados até o início da vigência da Lei, deverá ser preservado um mínimo de 50% de vegetação nativa da área total coberta por aquela vegetação. Nos perímetros urbanos aprovados após a Lei, é vedada a supressão de vegetação secundária em estágio avançado de regeneração para fins de loteamento ou edificação (NÚCLEO DE DEFESA DA MATA ATLÂNTICA, 2015).

O parcelamento do solo urbano em área de vegetação secundária em estágio médio de regeneração, aprovado até o início da vigência da Lei, deve se preservar no mínimo 30% da área total coberta por tal vegetação.

Se o perímetro tiver sido delimitado após a Lei de Proteção da Mata Atlântica, a preservação será de 50% da vegetação. Em todos os casos de supressão de vegetação para fins de loteamento ou edificação, também deve ocorrer a compensação ambiental, com destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, sempre que possível na mesma sub-bacia hidrográfica, e em áreas localizadas no mesmo Município ou região.

Ainda, como instrumento de gestão do uso e ocupação do solo, o Plano Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938/81, apresenta-se como referência mais importante na proteção ambiental, tendo como objetivo regulamentar as várias atividades que envolvam o meio ambiente, para que haja preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental.

Seus instrumentos são definidos nas Resoluções do Conselho

Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), destacando-se o Zoneamento Ambiental, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA e RIMA), e o Licenciamento Ambiental.

Portanto, o zoneamento e o Plano Diretor, o Código Florestal, a Lei da Mata Atlântica e o Plano Nacional do Meio Ambiente são instrumentos de gestão do uso e ocupação do solo fundamentais para um processo de urbanização compatível com a proteção ambiental e dos corpos hídricos urbanos.

2.2. RIOS URBANOS

Conforme Tucci (2002), bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos dos cursos d'água para o exutório, ponto de menor altitude de uma bacia hidrográfica. Dessa maneira, a gestão da água na cidade, inserida na bacia hidrográfica, se apresenta como um desafio.

A cidade é um dos usuários dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, pois capta água para abastecimento e neles lança seus efluentes. Os impactos exportados pela cidade para o sistema de rios da bacia hidrográfica, como a contaminação de cursos d'água, são resultantes das ações dentro da cidade, que são transferidas para o restante da bacia (TUCCI, 2007).

Sob uma ótica menos antropizada acerca dos rios inseridos na paisagem urbana, estes são, antes de tudo, ecossistemas para a manutenção da integridade ecológica do corpo d'água. Assim, a recuperação de rios urbanos é uma tendência mundial, fazendo parte da mudança da concepção que dissocia o corpo hídrico da paisagem urbana.

Logo, a revitalização dos rios urbanos que, em conjunto com uma gestão integrada das águas urbanas, se apresenta como meio para a manutenção da integridade ecológica e qualidade ambiental das cidades.

2.2.1. Revitalização

Historicamente, a urbanização se deu de forma dissociada dos princípios de conservação dos rios urbanos (GARCÍAS; AFONSO, 2013). De forma geral, os rios têm a função de abastecer a cidade e receber seus efluentes.

A partir do momento em que não apresentam mais vitalidade ou então se tornam empecilhos para a expansão da cidade, os rios e córregos são eliminados da percepção urbana. Os excessos de retificações de canais são um exemplo disso, transferindo os impactos causados pela urbanização para a jusante da bacia hidrográfica, como enchentes e poluição.

Apesar de habitualmente os rios e córregos serem suprimidos na paisagem urbana, a ideia de se pensar os corpos hídricos urbanos como ecossistemas vem ganhando espaço.

Dentre as experiências de recuperação de rios urbanos, cita-se o Projeto Switch, com sede na Holanda e coordenado pelo Institute for Water Education da Unesco, que desde 2005 conta com a participação de 15 países e 32 instituições. O Brasil é representado pela Universidade Federal de Minas Gerais, através do projeto Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte, que propôs uma valorização das águas urbanas, prezando pela inclusão na paisagem (CHAMPS, 2010).

O rio Isar, localizado ao sul da Bavária e com 270 km de extensão, passou por uma recuperação que integrou parâmetros físicos, químicos, biológicos e morfológicos. A fim de reverter o passivo ambiental acumulado, o plano visou a naturalização do rio, através, por exemplo, da retirada dos diques de concreto, dando mais espaço ao rio e aumentando a sua capacidade de retenção de água, evitando, assim, enchentes (GARCIAS; AFONSO, 2013).

Outra ação que recebeu notoriedade foi o plano do rio Reno, de 1.320 km de extensão, na Europa. O rio era impactado por várias atividades que ocorrem ao longo de sua bacia. Um plano de ação, marcado pela conferência de Strasburgo na França, em 1987, apresentou algumas metas como a luta contra a poluição, o retorno do salmão ao rio em 2000 e o monitoramento da qualidade da água (WEINGERTNER, 2010).

Dentre as experiências brasileiras na recuperação de rios urbanos, evidenciam-se os projetos do rio Tietê e do rio Tijuco Preto. O rio Tietê, um dos mais importantes de São Paulo, tem 1.100 km de extensão e sofre com as pressões na sua bacia, devido principalmente à ocupação urbana desordenada e o lançamento de efluentes domésticos e industriais, além da sua retificação.

O projeto pró-Tietê, em parceria entre a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), objetiva despoluir o rio. Os trabalhos do projeto mostram que a mancha de poluição do rio apresentou um recuo de, aproximadamente, 120 km, e que houve também a redução de lançamento da carga de esgoto no rio em torno de 1 bilhão de litros por dia

(CARRELA, 2010).

Já o rio Tijuco Preto, de aproximadamente 1.300 metros de extensão, localiza-se em São Carlos - SP e passou por um projeto com parceria da Universidade de São Paulo e Prefeitura, que teve como finalidade a recuperação dos aspectos funcionais do sistema lótico, buscando soluções sistêmicas para as questões de drenagem urbana, paisagismo e funcionalidade ecológica (GARCÍAS; AFONSO, 2013).

O projeto do GEO Cidades, iniciado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), objetiva promover o entendimento da interação entre o desenvolvimento urbano e o meio ambiente, subsidiando governos locais, cientistas, formuladores de políticas públicas com informações atuais e confiáveis que os auxiliem no planejamento e na gestão urbano-ambiental (PNUMA, 2004).

Os relatórios GEO periodicamente produzem informações sobre o estado do meio ambiente em nível global, regional e local, como o documento das Perspectivas do Meio Ambiente na América Latina e Caribe (GEO LAC 2000 e GEO LAC 2003).

Essas ações, voltadas à recuperação de corpos hídricos urbanos, reforçam a importância em se pensar os rios e córregos como parte da paisagem urbana.

2.2.2. Gestão integrada das águas urbanas

A gestão integrada das águas urbanas também tem papel importante na conservação dos corpos hídricos. Tucci (2007) estrutura essa gestão baseando-se no planejamento urbano, nos serviços de saneamento, nas metas dos serviços, e na esfera institucional, através do gerenciamento de serviços, legislação, capacitação e monitoramento de forma geral. A Figura 1 apresenta a gestão integrada das águas urbanas.

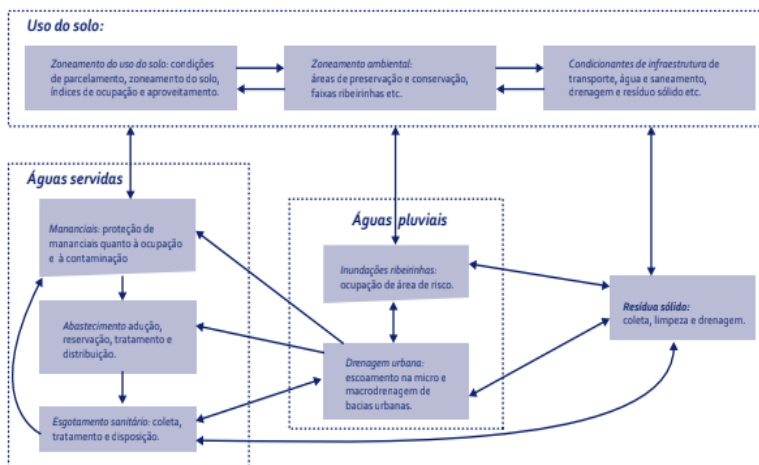
Figura 1 - Concepção estratégica da gestão integrada das águas urbanas



Fonte: Tucci (2009)

O planejamento urbano define os espaços e a densidade de ocupação que resulta na demanda de água, produção de esgoto, geração de resíduos sólidos e impermeabilização do solo. Assim, o uso do solo é o agente potencial que pode afetar os serviços se não houver uma integração com os outros componentes. A Figura 2 mostra a relação entre os sistemas das águas urbanas.

Figura 2 - Relações entre os sistemas das águas urbanas



Fonte: Tucci (2005)

Como parte do saneamento, encontra-se o esgotamento sanitário, que é o sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final do esgoto sanitário.

A universalização do saneamento está longe de ser uma realidade no Brasil, onde boa parte da população dispõe de condições precárias, principalmente no que diz respeito aos sistemas de esgoto.

Segundo o relatório do ranking do saneamento básico divulgado pelo Instituto Trata Brasil (2018), 51,9% da população possuía acesso à coleta de esgoto em 2016, já 48,1% lidavam com os dejetos por outras alternativas, como tanque séptico, ou jogando o esgoto diretamente em rios. Esses valores são referentes a 2016 e foram disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

O percentual de todo esgoto coletado e tratado no Brasil corresponde a 28,5% (IBGE, 2008). O município de Florianópolis está na 58ª colocação no ranking de saneamento entre as 100 maiores cidades brasileiras.

Os sistemas de esgotamento sanitário mais aplicados em áreas urbanas são o separador absoluto e o sistema unitário. No sistema de esgotamento unitário, uma mesma tubulação conduz os efluentes sanitários coletados e as águas pluviais. Já no sistema separador absoluto, há duas redes de tubulações separadas, uma para a coleta e transporte de esgoto sanitário até à estação de tratamento de esgotos, e a outra para galerias de águas pluviais de drenagem urbana, que no geral direcionam as águas para um corpo receptor (TUCCI, 2002).

A legislação brasileira estabelece o sistema separador absoluto, porém, na prática, isso não ocorre, devido às ligações clandestinas e à falta de rede coletora de esgoto. Conforme Tucci (2002), algumas prefeituras têm permitido o uso da rede pluvial para transporte do esgoto sanitário, o que pode ser uma solução inadequada se esse esgoto não for devidamente tratado. Além disso, quando o sistema de coleta é implantando, a grande dificuldade envolve a retirada das ligações existentes da rede pluvial, o que resulta em dois sistemas misturados com diferentes níveis de carga.

Por determinação da lei federal 11.445 de 2007, toda edificação deve se conectar às redes públicas disponíveis e está sujeita a pagamento das tarifas. Na ausência de redes públicas, são admitidas soluções individuais de destinação dos esgotos sanitários.

O despejo de esgotos sem tratamento nos cursos d'água tem grande impacto na qualidade ambiental, principalmente nos organismos vivos e nos parâmetros qualitativos da água, trazendo transtornos sociais e ambientais. Fingar as ligações clandestinas de esgoto e fiscalizar o tratamento individual/coletivo com posterior lançamento em rede de

drenagem são passos essenciais para a recuperação da qualidade das águas dos rios.

Ainda, as fontes difusas de poluição dentro da bacia hidrográfica são complexas de se identificar e contribuem para a poluição do escoamento superficial, carreando poluentes para os corpos receptores (AHLMAN, 2006).

As redes e galerias pluviais transportam águas poluídas, pois recebem resíduos de naturezas diversas, como sedimentos, esgoto doméstico, matéria orgânica, organismos patogênicos, metais pesados e nutrientes, decorrentes das atividades antrópicas exercidas na sua área de drenagem (AZZOLIN & PIRES, 2006).

A Lei nº 9.433/97, conhecida como "Lei das Águas" regulamentou o artigo 21, XIX, da Constituição Federal de 1988, e instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, visando assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

Conforme Machado (2000), a Lei demarca a sustentabilidade dos recursos hídricos nos aspectos de disponibilidade de água, utilização racional e utilização integrada.

A Legislação Federal que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes é a Resolução CONAMA nº430/2011, que altera parcialmente a CONAMA 357/2005. Segundo a Resolução, os corpos hídricos são classificados em águas doces, salobras e salinas. Dentro do enquadramento das águas doces, estas são divididas em Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. Dependendo de sua classe, o corpo hídrico tem um limite máximo de lançamento para diferentes parâmetros, como coliformes totais e termotolerantes, DBO e fósforo. A classe mais restritiva é a especial.

No estado de Santa Catarina há o Decreto 14.675/2009, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente e define os padrões de lançamento de efluentes nos corpos receptores. Os parâmetros de lançamento de efluentes no corpo hídrico devem estar de acordo com a Legislação Federal, através da Resolução CONAMA nº430/2011 e Legislação Estadual, de acordo com o Decreto 14.675/2009.

Assim, a gestão integrada das águas passa pelo planejamento urbano, que define espaços e densidades de ocupação, estando em conjunto com as ações e planejamento dos serviços de saneamento, como o esgotamento

sanitário e a drenagem urbana. Nesse sentido, as legislações pertinentes à proteção dos corpos hídricos são essenciais na proteção dos rios urbanos.

2.3. INDICADORES AMBIENTAIS

Indicadores são variáveis definidas para medir um conceito abstrato, relacionado a um significado social, econômico ou ambiental, orientando assim decisões sobre determinado fenômeno de interesse (HAMMOND *et al.*, 1995). Então, indicadores são uma forma de simplificação e sintetização de fenômenos complexos.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) define indicador como informações quantificadas de caráter científico e fácil compreensão, permitindo simplificar o número de informações (BRASIL, 2015). Quantificar a informação é importante, porém bons indicadores também podem ser qualitativos.

Dentre as razões para se utilizar indicadores, estão: demonstrar a relevância e o impacto de políticas, planos, programas e projetos; estabelecer o marco zero, os dados da situação atual; localizar oportunidades e problemas; estudar comportamentos e inter-relações; e alertar para necessidades de redirecionamentos.

Conforme Passos e Pires (2008), um indicador, mesmo possuindo certa especificidade, como é o caso dos indicadores ambientais, pode englobar mais de um parâmetro.

Indicadores não representam a realidade, somente um modelo empírico dela, por isso devem ser sólidos e ter uma metodologia fixa de medição (HAMMOND *et al.*, 1995). A Figura 3 apresenta a pirâmide da informação discutida por Hammond *et al.* (1995), sendo os indicadores resultado da coleta de dados primários e dados analisados.

Figura 3 - Pirâmide da informação



Fonte: Hammond *et al.* (1995)

Dentre as propriedades desejáveis aos indicadores estão:

- a confiabilidade da informação, como a utilização de dados de fontes confiáveis (secundários) ou coletados com metodologia adequada (primários);
- rastreabilidade, permitindo a identificação de sua origem;
- ser comunicável, com enfoque em aspectos práticos e claros;
- ser objetivo;
- ter exigências de dados razoáveis e disponíveis ou que possam ser coletados a um custo limitado e dentro da capacidade do sistema estatístico disponível;
- ser limitado em números;
- e refletir entrada, processo ou resultado, ou, como usado na literatura ambiental, pressão, estado, resposta (ORBIS, 2010).

Para se construir um bom conjunto de indicadores, é necessário ter dados objetivos para que se possa saber o que medir, por que medir, como, onde, e como interpretar.

O indicador ambiental é um tipo de informação selecionada que resume e descreve os aspectos complexos relativos à qualidade do meio ambiente, sendo a avaliação do estado ou qualidade de um ecossistema uma tarefa difícil, pois estes não são estáticos.

Dentre as vantagens do uso de indicadores ambientais estão: avaliação dos níveis de qualidade ambiental, identificação das variáveis-chave do sistema, facilidade de transmitir a informação, e sublinhar a existência de tendências. Citam-se como limitações: a inexistência de informação base, perda de informação nos processos de agregação dos dados, e ausência de

critérios robustos para a seleção de alguns indicadores (HAMMOND *et al.*, 1995).

Como forma de minimizar imprecisões ou falta de informações complementares interpreta-se os indicadores dentro de seu contexto, retratando as condições de pressão, qualidade ou estado do meio e as respostas da sociedade (SANTOS, 2004).

Martins e Marini (2010) alegam que é preciso ser criterioso na formulação de indicadores para garantir a qualidade do sistema de medição. Assim, na identificação inicial, uma extensa lista de indicadores deverá ser submetida a critérios de seletividade (em função da relevância e do grau de significância) e viabilidade (em função da disponibilidade de dados e custos). Após, verifica-se o grau de relevância daquela métrica para o resultado final do indicador.

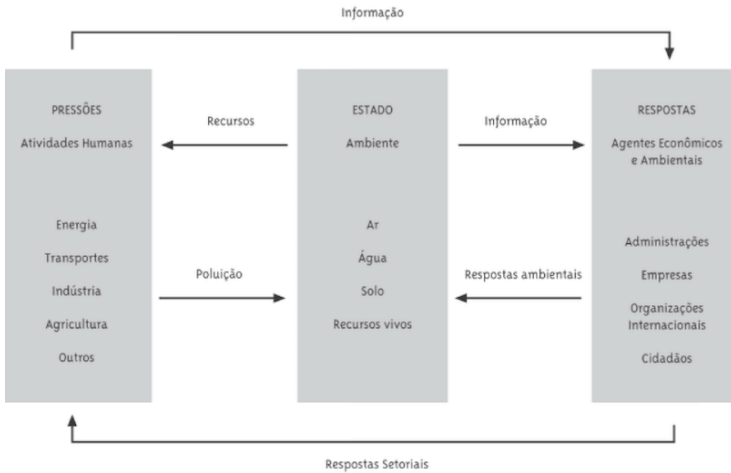
É importante selecionar o número apropriado de indicadores, pois, em quantidade excessiva, pode-se criar uma sequência de erros aleatórios difíceis de interpretar, enquanto que poucos indicadores limitam o alcance da compreensão (VAN WOERDEN *et al.*, 2009).

2.3.1. Modelo Pressão-Estado-Resposta (PER)

O Modelo Pressão – Estado – Resposta é um marco ordenador utilizado para apresentação de estatísticas e indicadores ambientais. Ele foi idealizado pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD). O modelo PER busca estabelecer um vínculo entre seus diversos componentes, de forma a orientar a avaliação do estado do meio ambiente (PNUMA, 2004).

Através deste, pretende-se entender o *Estado* do meio ambiente; as *Pressões* exercidas pelas atividades humanas sobre o meio ambiente; e as *Respostas* coletivas ou individuais para a prevenção ou remediação. A Figura 4 apresenta a interação dos componentes do modelo PER.

Figura 4 - Modelo PER



Fonte: PNUMA (2002)

Através do modelo PER busca-se classificar e sistematizar conjuntos de indicadores para facilitar a observação das relações de causa e efeito e explicitar os âmbitos que compõem o meio, ou seja, o natural, o antrópico, institucional, econômico e o social (SANTOS, 2004).

O modelo respalda-se na ideia de que as atividades humanas (Pressão) exercem pressões sobre o meio ambiente e afetam a qualidade e quantidade de recursos naturais (Estado). A sociedade responde a estas mudanças adotando políticas ambientais, econômicas e setoriais, se conscientizando das mudanças ocorridas e adaptando-se a nova condição (Resposta).

Conforme Santos (2004), o modelo PER separa os indicadores ambientais nas seguintes categorias:

PRESSÃO: caracterizam as pressões sobre os sistemas ambientais, podendo ser traduzidas por indicadores de emissão de contaminantes, intervenção no território e de impacto ambiental;

ESTADO: condições ambientais relacionadas com a qualidade do ambiente e os efeitos ou impactos associados, e a qualidade e quantidade dos recursos naturais. Exemplo: concentração de poluentes no meio ambiente;

RESPOSTA: indicadores que mostram o quanto a sociedade responde às preocupações ambientais por meio de políticas e mudanças no comportamento.

Há três variantes do modelo PER: Força Motriz-Estado-Resposta (FER), Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) e Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (FPIER). O modelo FER substituiu a pressão pela força motriz (F), sendo adotado em 1995 pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. A força motriz mostra o que está por trás das pressões, isto é, são as atividades humanas que provocam impactos sobre o meio ambiente. O modelo PEIR inclui o indicador impacto (I) no modelo tradicional desenvolvido pela OECD e é utilizado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Por fim, o modelo FPIER inclui força motriz (F).

O modelo PER tem como vantagem evidenciar os elos entre Pressão, Estado e Resposta, ajudando os tomadores de decisão e o público a perceber a interdependência entre as questões ambientais e as outras esferas da sociedade (OCDE, 2002).

Dentre as desvantagens do modelo PER estão a omissão de metas de sustentabilidade e das funções ecológicas e estruturas dos ecossistemas. Corre-se o risco de uma interpretação simplificada de uma situação complexa que envolve diferentes interações de fenômenos sociais, econômicos e ambientais (MARTINEZ, 2001).

Porém, mesmo com as limitações do modelo, Carvalho *et al.* (2008) salienta que a causalidade linear é um bom ponto de partida para analisar um problema ambiental. Além disso, o modelo não necessariamente induz a adoção de ações corretivas, visto que ações de caráter preventivo podem ser incluídas.

Ainda que existam casos em que as relações entre Pressão-Estado-Resposta não sejam lineares, a organização dos indicadores dentro do modelo PER permite a visualização de algumas interações existentes e proporcionam uma visão do processo de desenvolvimento e sua relação com o meio ambiente (RUFINO, 2002).

Dentre os estudos que utilizam o modelo PER, destacam-se o Geo Cidade de São Paulo (2004), que propôs um panorama do estado do meio ambiente no município de São Paulo, sintetizando os resultados do processo de avaliação ambiental da cidade efetuado durante o ano de 2003 e início de 2004; e o estudo de Oliveira *et al.* (2014), que mapeou a cobertura da terra e analisou as métricas de fragmentação da paisagem da bacia hidrográfica do alto São Bertolomeu para utilizar os dados como indicadores de pressão e estado no modelo PER.

2.3.2. Análise dos indicadores ambientais

Para a análise dos indicadores, as informações coletadas no campo devem ser organizadas em um banco de dados e transformadas em diagnósticos e estatísticas que geram conhecimento sobre o fenômeno estudado. A forma de representar a informação deve ser de fácil entendimento e difusão. Os resultados, sempre que possível, devem ser apresentados em forma de gráficos, mapas ou quadros comparativos para possibilitar uma compreensão natural, intuitiva e lógica (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA, 2010).

Os instrumentos de medição e análise se relacionam com o tipo de informação disponível: quantitativa ou qualitativa. De acordo com Martos (1997), indicadores quantitativos permitem medir e são, em geral, expressos em quantidades e percentuais resultantes de apurações, contabilizações e estatísticas. Dados primários tendem a ser mais objetivos, parametrizáveis e comparáveis.

Os indicadores qualitativos prezam pela observação e podem ser traduzidas em números, mas são essencialmente fruto de algum tipo de avaliação qualitativa decorrente da observação. Às vezes são subjetivos, mas em muitas situações são a única forma de mensuração viável (HALES; PRESCOTT-ALLEN, 2005).

3. METODOLOGIA

A metodologia para a investigação dos efeitos da urbanização e medição dos indicadores PER em um córrego do Itacorubi se baseou em dados de pesquisa bibliográfica; dados secundários, como o Plano Diretor e o Plano Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis; mapeamentos; registros fotográficos; entrevistas; coleta e análise de água do córrego.

3.1. Características socioambientais da sub-bacia

Como metodologia para a delimitação da área de estudo, foram utilizados dados da área de estudo, assim como suas características, histórico de ocupação, o manguezal, o rio Itacorubi, e as diretrizes do Plano Diretor e do Plano Integrado de Saneamento Básico para a região.

A bacia do Itacorubi possui uma área de aproximadamente 23 Km² e abrange os bairros Trindade, Pantanal, Itacorubi, Córrego Grande e Santa Mônica. Ela é circundada por morros, com altitude média de 350 metros e drenada pelos rios do Sertão, Córrego Grande, Itacorubi e seus afluentes, além de alguns canais de drenagem menores.

Esta bacia tem como principais características as declividades acentuadas nas cabeceiras e as baixas declividades a jusante, principalmente na região do manguezal do Itacorubi. Seus rios incorporam águas de outros afluentes, até chegarem a uma extensa região de baixa declividade, desaguando na baía Norte, através do mangue do Itacorubi (SANTOS, 2001).

O bairro do Itacorubi dispõe de uma área de 13 km² e é o 5º bairro mais populoso da cidade (CRAVO, 2017). O censo demográfico de 2010 aponta uma população de 15.665 habitantes, distribuídos em 7.391 domicílios (IBGE, 2010). O bairro apresenta renda superior à média de Florianópolis. Contudo, apesar de ser caracterizado como de renda média/alta, o bairro apresenta áreas de pobreza, como o Morro do Quilombo que, no passado, formava um assentamento informal e que hoje se encontra urbanizado (CRAVO, 2017).

Geomorfologicamente, a planície localizada dentro do vale que forma a bacia do rio Itacorubi apresenta vegetação típica de manguezal. Os manguezais, restingas e floretas ombrófilas densas fazem parte do bioma Mata Atlântica. Entre o manguezal e a floresta ombrófila densa há uma vegetação de transição, a restinga. O Código Florestal, Lei 12.651/12, considera a restinga como APP quando esta possui função estabilizadora

de mangues (BRASIL, 2012).

O bairro está estabelecido na desembocadura do rio Itacorubi e de outros cursos d'água menores. Nas áreas de encostas, predominam as florestas tropicais úmidas, que compunham até 90% da formação original da ilha de Santa Catarina (CRAVO, 2017). Atualmente, predominam no bairro áreas de mangue remanescentes, ocupação urbana e vegetação secundária, com alguns remanescentes de floresta tropical úmida (SANTOS, 2003; IPUF, 2004).

A sub-bacia do presente trabalho localiza-se no bairro Itacorubi, tendo como exutório o ponto de menor altitude do córrego Itacorubi, objeto deste estudo. A referência para a marcação do exutório foi a intersecção entre a avenida Madre Benvenuta e a rodovia Admar Gonzaga (SC 404). Escolheu-se esse exutório pois, após esse ponto, as contribuições dos cursos d'água vêm de regiões que não foram consideradas no presente estudo.

Histórico de ocupação

O Itacorubi era uma região rural até o início do século XX. Suas terras de transição entre o mangue e a floresta tropical eram usadas para a agricultura, o parcelamento do solo não tinha regulamentação urbanística ou parcelamento cadastral que lhes regesse (SANTOS, 2003).

Em 1910 ocorreu a primeira intervenção pública na região, com a construção da primeira adutora de água da cidade, o manancial Ana D'Ávila, também chamado de manancial do Quilombo, onde encontra-se hoje o Morro do Quilombo (SANTOS, 2003; CRAVO *et al.*, 2016).

O intenso processo de urbanização do Itacorubi se deu a partir da década de 1960, com a construção da ELETROSUL, UDESC, CIASC, CELESC e órgãos ligados ao setor agrícola. A implantação de importantes órgãos públicos na bacia acarretou na mudança gradativa da paisagem e contribuíram para o seu crescimento. Através do deslocamento da malha urbana para a bacia do Itacorubi, houve a valorização fundiária, uma nova dinâmica ao setor imobiliário e o desenvolvimento das atividades comerciais. Assim, exigiram-se a aprovação de loteamentos, a construção de conjuntos habitacionais e o investimento na infraestrutura e no sistema viário, intensificando o processo de ocupação em direção a bacia do Itacorubi (CRAVO, 2017).

Novas áreas para a população das classes médias e alta começaram a ser criadas, como por exemplo, o loteamento Parque São Jorge I, em 1972, que surge à época como um lugar para as elites. Ao mesmo tempo, se expandiam os loteamentos informais e a grilagem por áreas de cota mais

elevada, como no caso do Morro do Quilombo. Imagens aéreas do geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis mostram a evolução do processo de urbanização do bairro nos períodos de 1938, 1977, 1994 e 2016 (Apêndices A, B, C e D).

O Morro do Quilombo cresceu e estruturou-se, sendo reconhecido pelo Estado como uma parte componente da cidade. Atualmente é uma zona urbanizada, caracterizada, segundo Cravo, Rossetto e Storch (2016), como uma antiga área de favela que foi transformada em uma parte formal do bairro. Contudo, a ocupação irregular continua nos dias atuais nas extremidades, que são áreas geralmente protegidas por legislação e que não são de interesse do mercado imobiliário formal (CRAVO; ROSSETTO; STORCH, 2016).

A intervenção da prefeitura de Florianópolis no Morro do Quilombo ocorre a partir de 1970, com a instalação da rede elétrica, passando pela lei municipal nº 2265/1985 que oficializou como via pública a rua Quilombo, regularizando a servidão Caminho do Engenho (lei municipal nº 2706/87) e a servidão Altino Gomes Padilha (lei municipal nº 3162/88), e também o reconhecimento da rua da Represa, através da lei nº 4065/93 (CRAVO; ROSSETTO; STORCH, 2016).

O sistema de drenagem, abastecimento de água e resíduos sólidos foram posteriormente implantados. Na década de 1990, o Morro do Quilombo já estava bem mais ocupado (Apêndice C).

Manguezal e Rio Itacorubi

Os manguezais são um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, sendo também de grande importância para a manutenção de bens e serviços. Os manguezais sequestram e estocam carbono na biomassa e no solo (MMA, 2018).

Eles são protegidos pelo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/12), sendo caracterizados como APP em toda a sua extensão. A bacia do rio Itacorubi tem sua descarga final nesse sensível ecossistema, o qual se encontra sujeito ao assoreamento de seus canais. Isso porque a região do Itacorubi sofre uma ocupação urbana crescente, o que também contribui para uma maior geração de resíduos e efluentes, que são dispostos em canais de drenagem que deságuam no mangue.

O manguezal do Itacorubi é o segundo maior mangue urbano do Brasil (Instituto Mangue Vivo, 2013). Ele foi, durante 20 anos um grande depósito de lixo e, hoje, retirado o depósito, ainda recebe esgotos domésticos (IPUF, 2004). Conforme Cecca (1997), o manguezal do Itacorubi sofreu cerca de 60% de redução na sua área original, restando

somente cerca de 150 ha, sendo o manguezal mais impactado pelo lançamento de efluentes não tratados.

Dentre os principais cursos d'água da bacia do Itacorubi, destacam-se o rio Córrego Grande, com extensão aproximada de 8 km, que recebe o aporte de um córrego de, aproximadamente, 3 km de comprimento, conhecido como rio Itacorubi; e o rio do Sertão com extensão aproximada de 6 km (FUZINATTO, 2009).

Fuzinato (2009) apresenta os resultados de amostras de água superficial para o rio do Sertão e também para o rio Córrego Grande, obtendo um IQA classificado como ruim e/ou péssimo, além de concentrações mínimas de oxigênio dissolvido e elevadas concentrações de DBO₅, NT, PT e coliformes fecais indicativos da presença de efluentes *in natura* nestas águas.

Sovernigo (2009) fez o levantamento dos estudos realizados no manguezal do Itacorubi e seus rios, salientando que a região é impactada pela ação antrópica. Masutti *et al.* (1998), Tribess *et al.* (1998), Wilhelm Filho *et al.* (2000) e Torres *et al.* (2002) detectaram um estresse oxidativo devido à presença de diversos metais-traço (Cd, Cr, Pb, Cu) muito acima do permitido para o consumo humano nos dois rios que deságuam no manguezal, sobretudo no rio Itacorubi.

Oliveira e Panitz (2003) indicaram que a maior contribuição dos tensores atuantes são dos materiais de origem humana descarregados principalmente nos canais. Soriano-Sierra e Sierra de Ledo (1998) constataram que a taxa atual de entrada de nutrientes antropogênicos neste manguezal é maior que a capacidade funcional deste de suportá-la, o que tem causado uma acelerada eutrofização. Silva *et al.* (2005) afirmaram que os valores de nutrientes ao longo do rio Itacorubi indicam que está ocorrendo um processo de eutrofização.

O despejo de esgoto interfere no balanço natural e aporte do fósforo, nitrogênio e carbono orgânico na interface água-sedimento nos rios do Itacorubi. Pagliosa (2004) constatou que as concentrações de silicato, nitrito, nitrato, amônia e fosfato registradas para os rios Itacorubi e outros rios urbanizados foram equivalentes e às vezes maiores que as da Baía de Santos, Lagoa dos Patos e Baía da Guanabara, corpos hídricos muito poluídos do Brasil.

O manguezal também apresenta quantidades elevadas de fósforo inorgânico na água e de polifosfato no sedimento, elemento que não ocorre naturalmente em estuários, e relaciona-se à descarga de efluentes domésticos e industriais. Nesse caso, o despejo de detergentes e fertilizantes utilizados em gramados e jardins tem papel crucial nos altos níveis desses componentes (MATER *et al.*, 2004; PAGLIOSA, 2004;

PAGLIOSA *et al.*, 2005).

Souza e Napoleão (2002) coletaram duas amostras para análises de coliformes totais e fecais, uma da tubulação pluvial da UDESC e outra do canal que passa em frente à universidade, ambos desembocando no rio Itacorubi. Os resultados foram críticos: a concentração de coliformes totais (1.600.000nmp/100ml) chegava estar mais de 300 vezes acima da permitida pela legislação vigente na época; atualmente estaria 400 vezes acima da concentração permitida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005). A quantidade de coliformes fecais (300.000nmp/100ml) se encontrava 300 vezes acima do máximo permitido pela legislação anterior e atual.

Assim, observa-se uma degradação no manguezal e no rio Itacorubi, causada pelas pressões da sua bacia hidrográfica, que se devem, entre outros fatores, à urbanização e à falta de infraestrutura adequada, como o tratamento de efluentes.

Plano Diretor no Itacorubi

O novo Plano Diretor de Florianópolis, de 2014, orienta e prevê os limites de ocupação e uso do território. Cravo (2017) expõe as transformações urbanas no Itacorubi, resultando, de 1997 até 2000, em 22 leis municipais de modificação do plano diretor de 1997, sendo 14 delas de alteração do zoneamento.

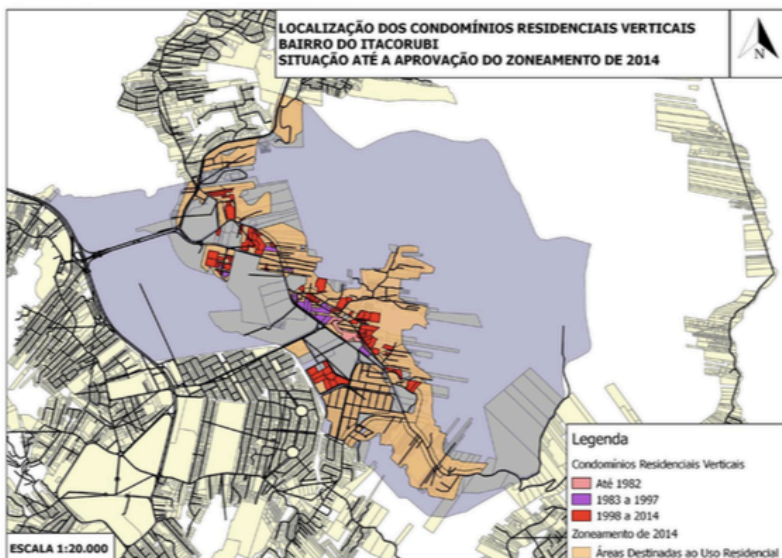
O contexto político e social e o Estatuto da Cidade deram os rumos para o Plano Diretor aprovado em 2014. Assim, Florianópolis ganhou seu primeiro plano, supostamente de acordo com as regras do estatuto da cidade, que prevê um plano diretor participativo.

A verticalização foi estimulada no bairro após a aprovação do plano diretor de 1997. Entre 1997 e 2014, o bairro teve um recorde de lançamentos de condomínios residenciais verticais, como mostra o mapa (Figura 8), com 75 novos edifícios em 17 anos.

Cravo (2017) salienta que grande parte dos lançamentos imobiliários do Itacorubi se estabeleceu em servidões e em áreas de posse, sem infraestrutura para abrigar edifícios.

Duas novas áreas foram criadas com o Plano Diretor de 2014: as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) e as Áreas Residenciais Mistas (ARM's).

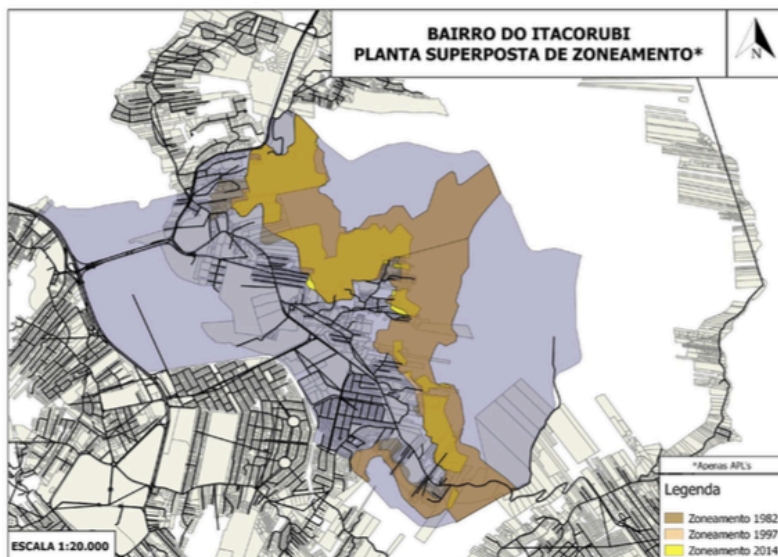
Figura 8 - Condomínios residenciais verticais até a aprovação do zoneamento de 2014



Fonte: Cravo (2017)

Em relação às Áreas de Preservação de Uso Limitado (APL's), Cravo (2017) afirma que são as áreas mais prejudicadas pela expansão do Itacorubi. Em 1982 ocupavam cerca de 32% do zoneamento do Itacorubi, e conforme alterações de zoneamento municipal, chegaram a aproximadamente 13% da área total do bairro em 2014 (CRAVO, 2017). As Áreas Residenciais Mistas (ARM's) ocuparam, sobretudo, as margens das vias principais do bairro, como a SC-404 (Rodovia Ademar Gonzaga) e a Rodovia Amaro Antônio Vieira. O mapa abaixo (Figura 9) apresenta a diminuição das APL's no Itacorubi conforme zoneamentos de 1982, 1997 e 2014.

Figura 9 - Sobreposição dos zoneamentos das APL's de 1982, 1997 e 2014



Fonte: Cravo (2017)

As Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) surgiram em 2014, como prevê o Estatuto da Cidade (Lei 10257/01). No Itacorubi, ela foi destinada à regularização da comunidade do Quilombo, ocupando menos 1% do total do bairro no plano de 2014 (CRAVO, 2017).

Dados de saneamento na região

O Plano Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis (PISB), determinado pela Lei Federal 11.445/07, lançado em 2009, projeta as melhorias na área do saneamento para os próximos 20 anos. Tem como objetivo estruturar a universalização dos serviços de saneamento na cidade (FLORIANÓPOLIS, 2009). O projeto foi coordenado pela Secretaria de Habitação e Saneamento Ambiental, com base nas diretrizes para o setor presentes no Plano Diretor.

O Plano apresenta como metas o aumento de 51% para 70% de moradores atendidos por tratamento de esgoto (previsão para 2015), alcançando a totalidade da população em 2028 (FLORIANÓPOLIS, 2009). Também cria programas que precisam ser cumpridos por concessionárias e órgãos municipais.

A equipe executora do plano utilizou-se principalmente de cenários

futuros para a realização do planejamento relativo ao saneamento básico, integrando as ações que atendem às questões financeiras, ecológicas, sociais e tecnológicas, e fornecendo um painel evolutivo.

Das 28 Unidades Territoriais de Planejamento (UTPs), o bairro do Itacorubi não é uma região prioritária nos índices de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, porém, quanto ao índice de drenagem urbana, encontra-se entre as oito UTPs prioritárias (FLORIANÓPOLIS, 2009).

Segundo a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), a rede coletora já existe no Itacorubi desde 2012, porém mesmo com a rede, os moradores ainda não podem fazer as ligações, por isso utilizam de sistemas descentralizados. Isso porque a ampliação do sistema de esgotamento sanitário insular de Florianópolis não está finalizada (GONÇALVES, 2018).

Enquanto isso, há residências que continuam utilizando fossas sépticas e também condomínios que tratam seus efluentes através de estação de tratamento local com posterior lançamento em galerias pluviais.

O PISB (2009) destaca que nos canais de drenagem e cursos d'água existentes no Itacorubi, há presença de esgoto doméstico.

3.2. Modelo PER

O PNUMA (2004) apresenta as considerações para a construção dos indicadores. Elas devem conter a evolução histórica do processo de urbanização e as suas políticas públicas. Além disso, é preciso descrever as características físicas locais, como a localização geográfica e topográfica, a ecologia física, prezando-se pelas informações relevantes. Portanto, o presente trabalho buscou descrever a região conforme esses temas.

O modelo PER auxiliou na compreensão das inter-relações dos indicadores de *Pressão, Estado e Resposta*, e orientou a escolha destes. Os indicadores PER foram organizados em quadros, conforme metodologia dos relatórios GEO Cidades (PNUMA, 2004).

A escolha dos indicadores se baseou em critérios de relevância e viabilidade, sendo organizados em quadros, conforme metodologia dos relatórios GEO Cidades (PNUMA, 2004).

Conforme o PNUMA (2004), a urbanização se estrutura em torno de três componentes: o demográfico, o econômico e a ocupação territorial, que são as principais forças motrizes do desenvolvimento urbano. No

presente trabalho, foram selecionados indicadores dos componentes demográfico e de ocupação territorial.

Os indicadores de *Pressão* escolhidos foram: uso do solo, densidade demográfica em área ocupada, saneamento e retificação do canal.

Os indicadores de *Estado* escolhidos foram: cobertura vegetal e qualidade da água.

Os indicadores de *Resposta* escolhidos foram: Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica; Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009; iniciativa privada e sociedade civil.

O levantamento de dados para as *Respostas* da sociedade civil e iniciativa privada se baseou em busca de informações em jornais online, histórico de atividades da associação de bairro, do Fórum da Bacia do Itacorubi, e páginas online, no período entre 1990 e 2018.

3.3. Construção dos Mapas

Os mapas foram elaborados através do software de georreferenciamento ArcGIS, com os dados fornecidos pela EPAGRI/CIRAM. Os valores de áreas, comprimento do rio e declividade foram encontrados com o auxílio dessa mesma ferramenta, e também com o software AutoCAD.

Além disso, utilizaram-se imagens de satélite do Google Earth, Google Maps, e também as delimitações de zoneamento do geoprocessamento da Prefeitura de Florianópolis.

3.4. Questionários

Foram realizadas nove entrevistas presenciais de ordem aberta e qualitativa com os zeladores de condomínios próximos ao córrego do Itacorubi entre os dias 27 de junho e 11 de julho de 2018.

Em entrevistas realizadas em nove condomínios, foram levantadas questões como: *O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto?; Qual o tipo de tratamento é utilizado?; e O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi?.* As entrevistas completas se encontram no Apêndice E. Os nomes dos condomínios não foram identificados. Em todas as entrevistas realizadas, houve uma totalidade de respostas negativas para a questão da ligação à rede coletora de esgoto municipal.

3.5. Análise de Água do Córrego

A fim de produzir dados para o indicador de *Estado* qualidade da água, foi necessário realizar uma avaliação da qualidade da água do córrego em três pontos. Nesta análise foram realizados testes para os parâmetros coliformes totais e fecais. As análises foram realizadas no Laboratório Integrado de Meio Ambiente (LIMA), junto ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, localizado na UFSC.

A preparação do material para as análises ocorreu no dia 23/10/2018. Foram preparados nove Erlenmeyers com 95 mL de água destilada, 1,25 mL de solução coliformes A e 1,5 mL de PRAD coliforme B. Após, os Erlenmeyers foram cobertos com papel alumínio e levados à autoclave junto aos três frascos de PEAD para a coleta das amostras.

As coletas foram realizadas no dia 24/10/2018 ao meio-dia e meia. Após a coleta, os frascos foram levados imediatamente para o LIMA. Coletou-se uma amostra para cada ponto. Nesse dia não houve chuva. Também não houve grandes chuvas na semana anterior à coleta, porém ocorreram garoas e o tempo não permaneceu com sol intenso. O índice pluviométrico da semana anterior à coleta foi de 2,9 mm/dia (CIRAM, 2018).

Foi utilizado o sistema Colilert (sistema patenteado por IDEXX Laboratories) para a análise de coliformes totais e *Escherichia Coli*. Optou-se por uma diluição de 10^3 , para que não houvesse extrapolação na leitura da cartela.

Após diluição da amostra nos Erlenmeyers previamente preparados, adicionou-se o meio Colilert, contendo os nutrientes ONPG (o-nitrofenil-Beta-D-galactopiranosídeo) e MUG (4-metil-umbeliferil-Beta-D-glucoronídeo). Assim, as três amostras foram para a cartela, passaram pela prensa e foram para incubação a 35°C por 24 horas.

No dia 25/10/2018 foram realizadas as leituras das amostras. Primeiro, houve a contagem das cartelas para a quantificação de coliformes totais. Após, realizou-se o teste para a detecção de *E. coli*, submetendo as amostras à luz ultravioleta a 365 nm.

3.6. Matriz de Vulnerabilidade

Após medidos os indicadores de *Pressão*, *Estado* e *Resposta*, elaborou-se uma matriz de vulnerabilidade entre *Pressão* e *Estado*.

Pela comparação da situação atual dos indicadores de *Pressão* e *Estado* e seu cenário ideal, cenário esse baseado em informações do Plano Diretor, de Saneamento, literatura e legislação, foram atribuídos índices em uma escala de 1 a 3, relacionando a influência do indicador *Pressão* sobre o indicador *Estado*. O número 1 corresponde à situação de vulnerabilidade menos preocupante, enquanto o número 3 representa o cenário mais crítico.

Através dessa metodologia, foi possível caracterizar a sub-bacia do córrego do Itacorubi conforme suas características urbanísticas e socioambientais, estabelecendo e avaliando indicadores de *Pressão*, *Estado* e *Resposta* no córrego do Itacorubi, e desenvolver uma matriz de vulnerabilidade para a área de estudo.

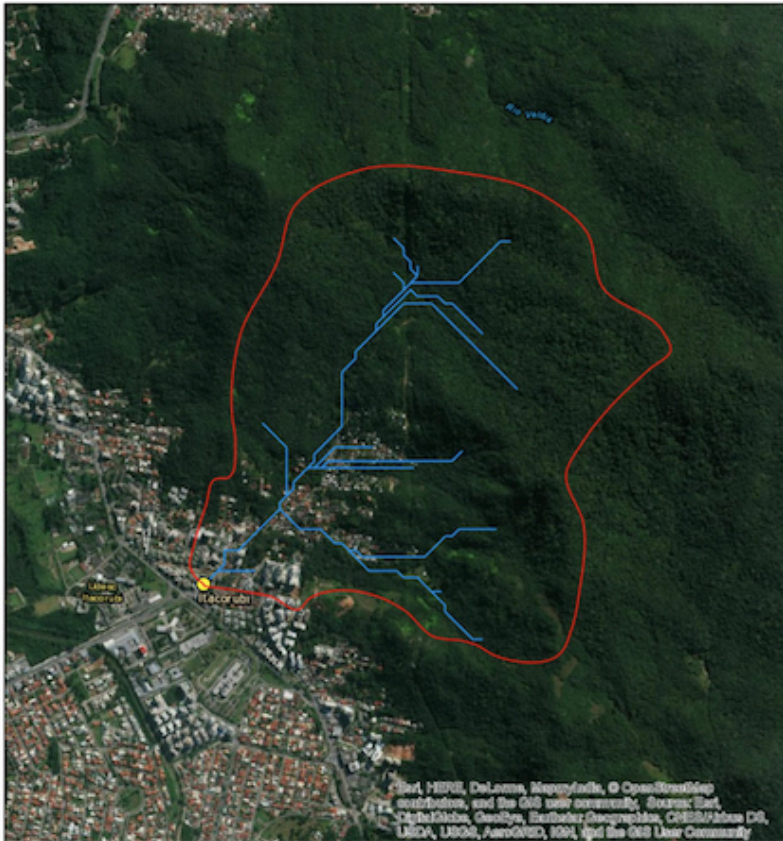
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ÁREA DE ESTUDO

A subbacia possui uma área de drenagem de 3,02 Km², o comprimento do córrego é de 2,24 Km e a declividade média da bacia 0,01 m/m. O mapa a seguir (Figura 5) apresenta a delimitação da bacia e os cursos d'água. Os resultados foram obtidos através do software de georreferenciamento ArcGIS, considerando as vertentes de drenagem do córrego.

O córrego do Itacorubi, objeto de estudo do trabalho, possui nascentes no Morro do Quilombo, atravessa a rodovia Amaro Antônio Vieira e é circundado por residências, comércios e condomínios. Ele desemboca no rio Itacorubi e, posteriormente, no manguezal. O registro fotográfico (Figura 6) mostra a localização do córrego.

Figura 5 - Sub-bacia de estudo



0 285 570 1,140 Meters

Fonte: EPAGRI/CIRAM

Legenda

-  Exutório
-  Rios
-  Bacia

Fonte: EPAGRI/CIRAM. Adaptado pela autora (2017)

Figura 6 - Localização do córrego do Itacorubi



Fonte: Acervo da autora (2018)

4.1.1. Ocupação atual

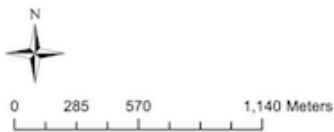
Atualmente, a região apresenta moradias em áreas de risco, prevalecendo nas partes mais altas dos morros, acima da cota 100, incidindo em APPs e nas margens dos cursos d'água.

Existem ainda, muitas construções residenciais e comerciais próximas aos cursos d'água, contribuindo para a impermeabilização do solo, o represamento e estreitamento dos rios. A parte baixa do bairro do Itacorubi, onde reside uma população de classe média a média alta, é verticalizada.

O mapa a seguir (Figura 7) apresenta as áreas urbana e de campo aberto na sub-bacia. A área urbana corresponde a 0,31 Km², a de campo aberto 0,06 Km² e a de vegetação, 2,65 Km². A soma das áreas resulta em 3,02 Km², que é a área total da sub-bacia. O cálculo das áreas foi realizado




utilizando o mapeamento da mancha urbana e a área de vegetação através de imagem de satélite, com o auxílio da ferramenta ArcGIS.

Figura 7 - Mapa da área urbana, campo aberto e floresta



Fonte: EPAGRI/CIRAM

Legenda

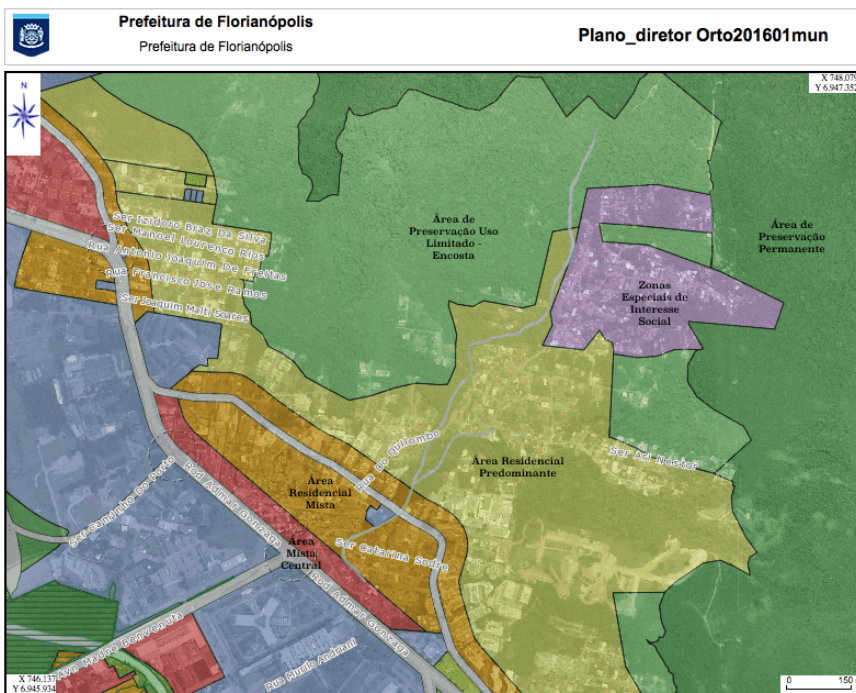
-  Exutório
-  Área urbana
-  Campo aberto
-  Bacia

Fonte: EPAGRI/CIRAM. Adaptado pela autora (2017)

4.1.2. Situação atual do Plano Diretor no Itacorubi

O mapa a seguir (Figura 10) mostra o zoneamento da área de estudo conforme o Plano Diretor de 2014. Cravo (2017) destaca que o zoneamento para o Plano Diretor de 2014 no bairro do Itacorubi teve que se adequar à grande expansão ocorrida nos anos anteriores. Foi, ao mesmo tempo, um planejamento futuro de zoneamento e de regularização dos imóveis irregulares conforme planos anteriores.

Figura 10 - Zoneamento do Plano Diretor Municipal de 2014 (Escala 1:1000)



Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis (2014)

O impasse do Plano Diretor de Florianópolis permeia divergências acerca do parcelamento de solo, classificação de zoneamento, construção em Área de Preservação Permanente (APPs) e interesse de bairros. As construções em APPs esbarram em interesses comerciais e inclusive sociais, o que faz com que proteger o meio ambiente, na prática, seja bem

mais complicado do que simplesmente demarcar APPs, onde são proibidas modificações.

Outro ponto de divergência no processo do Plano Diretor foi a Operação Urbana Consorciada (OUC). A operação prevê que algumas obras, supostamente de interesse público, sejam realizadas por empresas privadas. Encontrar um norte para que o Plano Diretor funcione efetivamente é ainda um desafio.

4.2. QUADROS DOS INDICADORES PER

A seguir, apresentam-se os quadros descritivos referentes ao levantamento dos dados dos indicadores.

4.2.1. Indicadores de Pressão

Os indicadores de *Pressão* são apresentados a seguir.

4.2.1.1. Uso do solo

O Quadro 1 apresenta o indicador de Pressão *uso do solo*.

Quadro 1 - Indicador de Pressão: Uso do solo

Uso do solo
Tipo de indicador: PRESSÃO
Fonte: Mapeamento e Zoneamento do Plano Diretor Municipal de 2014
Justificativa: Uma das principais pressões que justificam as mudanças que ocorrem no meio ambiente das cidades é o uso do solo. Essa informação pode ser útil na gestão de problemas relacionados a recursos naturais, como a qualidade da água.
Como é inferido? Áreas (em Km ²) em APP, APL-E, ZEIS, ARP e ARM
Medidas e unidades: Área (em Km ²)

Formatos Temporais e Espaciais Possíveis: Mapas e imagens de satélite
Referência: Políticas Públicas de uso e ocupação do solo urbano: Os planos diretores e a estruturação do bairro do Itacorubi, em Florianópolis/SC (CRAVO, 2017)
Objetivos: Medir a pressão exercida sobre o córrego através do crescimento da área urbana, conforme áreas de zoneamento que estejam em desacordo com o Plano Diretor de 2014
Metas, Valores de Referência: Os valores de referência são as delimitações do zoneamento do Plano Diretor de 2014

Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pela Autora (2018)

4.2.1.2. Densidade demográfica em área ocupada

O Quadro 2 apresenta o indicador de Pressão *densidade demográfica em área ocupada*.

Quadro 2 - Indicador de Pressão: Densidade demográfica em área ocupada

Densidade demográfica em área ocupada
Tipo de indicador: PRESSÃO
Fonte: IBGE (2010) e mapeamento EPAGRI/CIRAM
Justificativa: A densidade demográfica em área ocupada é um indicador que mede as pressões sobre o meio ambiente, pois relaciona-se com a exploração dos recursos naturais como uso do solo e água.
Como é inferido? Taxa de população em área ocupada
Medidas e unidades: Habitantes/Km ² ocupado

Formatos Temporais e Espaciais Possíveis: Mapa e dados fornecidos pelo IBGE (2010)
Referência: Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil (FARIAS <i>et al.</i> , 2017); Better Understanding Our Cities: The Role of Urban Indicators (OECD, 1997)
Objetivos: Medir a pressão exercida sobre o córrego através da densidade demográfica em área ocupada
Metas, Valores de Referência: Municípios brasileiros com altas taxas de densidade demográfica urbana

Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pela Autora (2018)

4.2.1.3. Saneamento

O Quadro 3 apresenta o indicador de Pressão *saneamento*.

Quadro 3 - Indicador de Pressão: Saneamento

Saneamento
Tipo de indicador: PRESSÃO
Fonte: Plano Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis, CASAN, entrevistas
Justificativa: A cobertura de saneamento, mais especificamente rede coletora de esgoto, é um indicador que afeta diretamente a qualidade da água do córrego
Como é inferido? Porcentagem do bairro atendido por rede coletora de esgoto

Medidas e unidades: Porcentagem do bairro atendido por rede coletora de esgoto
Formatos Temporais e Espaciais Possíveis: Mapeamento das áreas com cobertura de saneamento
Referência: Plano Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2009); A falta de saneamento e o impacto ambiental em rios urbanos (FREITAS; SILVA; OLIVEIRA, 2016)
Objetivos: Medir a pressão exercida sobre o córrego através da cobertura de saneamento
Metas, Valores de Referência: Os valores de referência são os dados disponibilizados pelo Plano Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis, em relação às metas para universalização do saneamento

Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pela Autora (2018)

4.2.1.4. Retificação do canal

O Quadro 4 apresenta a descrição do indicador de Pressão *retificação do canal*.

Quadro 4 - Indicador de Pressão: Retificação do canal

Retificação do canal
Tipo de indicador: PRESSÃO
Fonte: Imagem aérea, mapeamento
Justificativa: A retificação dos cursos d'água dentro da paisagem urbana diminui a permeabilidade, a infiltração da água no leito do rio, além de diminuir a área ocupada pelo curso d'água

Como é inferido? Comprimento retificado do curso d'água em relação ao comprimento total do córrego dentro da área urbana
Medidas e unidades: Porcentagem do córrego retificada em relação ao seu comprimento dentro da área urbana
Formatos Temporais e Espaciais Possíveis: Mapas e imagens de satélite
Referência: Retificação de canais fluviais no baixo curso da bacia do rio Macaé (RJ) - Uma abordagem geomorfológica (ASSUMPÇÃO, 2009)
Objetivos: Medir a pressão exercida sobre o córrego através da retificação do curso d'água
Metas, Valores de Referência: Não há valores de referência

Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pela Autora (2018)

4.2.2. Indicadores de Estado

Os indicadores de *Estado* são apresentados a seguir.

4.2.2.1. Cobertura vegetal

O Quadro 5 mostra a descrição do indicador de Estado *cobertura vegetal*.

Quadro 5 - Indicador de Estado: Cobertura vegetal

Cobertura vegetal
Tipo de indicador: ESTADO
Fonte: Imagem aérea, mapeamento
Justificativa: A vegetação tem papel fundamental para os rios urbanos. Ela protege o corpo hídrico, ajuda na infiltração e retenção de águas pluviais, serve como controle natural de inundações, além de proporcionar <i>habitat</i> para fauna no meio urbano
Como é inferido? Área, em Km ² , da região coberta por vegetação
Medidas e unidades: Área (em Km ²)
Formatos Temporais e Espaciais Possíveis: Mapas e imagens de satélite
Referência: Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade ambiental em áreas urbanas: Um estudo de caso do bairro da Pedreira – Belém/PA (BORGES; MARIM, RODRIGUES, 2010); Cobertura vegetal em áreas urbanas – conceito e método (NUCCI; CAVALHEIRO, 1999)
Objetivos: Medir a cobertura vegetal na sub-bacia e comparar com classes de qualidade ambiental
Metas, Valores de Referência: Índices de cobertura vegetal em ambientes urbanos relatados sugeridos pela Organização das Nações Unidas (ONU)
Comentários: A cobertura vegetal não foi caracterizada qualitativamente, mas sim por área verde

Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pela Autora (2018)

4.2.2.2. Qualidade da água

O Quadro 6 mostra a descrição do indicador de Estado *qualidade da água*.

Quadro 6 - Indicador de Estado: Qualidade da água

Qualidade da água
Tipo de indicador: ESTADO
Fonte: CONAMA 430/2011 e Decreto Estadual 14.675/2009
Justificativa: A qualidade da água do córrego é essencial para que este cumpra sua funcionalidade ecossistêmica, garantindo a preservação de todo corpo hídrico. Além disso, a qualidade da água tem efeito na saúde e bem-estar da população
Como é inferido? Os parâmetros escolhidos a serem analisados foram coliformes totais e termotolerantes
Medidas e unidades: número mais provável por 100mL (NMP/100mL)
Formatos Temporais e Espaciais Possíveis: Gráficos e tabelas
Referência: Coliformes termotolerantes em águas pluviais recebidas pelo Ribeirão Pirapitinga no município de Catalão - GO (OILVEIRA <i>et al.</i> , 2016)
Objetivos: Medir a qualidade da água do córrego em três pontos. Ponto 1: à montante da rede pluvial; Ponto 2: na mistura da rede pluvial; Ponto 3: à jusante da rede de drenagem
Metas, Valores de Referência: CONAMA 430/2011 e Decreto Estadual 14.675/2009

Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pela Autora (2018)

4.2.3. Indicadores de Resposta

Os indicadores de *Resposta* são apresentados a seguir.

4.2.3.1. Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica

O Quadro 7 mostra a descrição do indicador de Resposta *Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica*.

Quadro 7 - Indicador de Resposta: Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica

Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica
Tipo de indicador: Resposta
Fonte: Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica
Justificativa: O Plano Diretor urbano pressupõe uma atenção com o ordenamento do uso e da ocupação do solo. Porém, o indicador deve ser associado a outras respostas voltadas para os recursos ambientais especificamente, como o Código Florestal e a Lei da Mata Atlântica
Como é inferido? Pela verificação do cumprimento da legislação
Medidas e unidades: O Plano Diretor, o Código Florestal e a Lei da Mata Atlântica são indicadores qualitativos para composição no processo de diagnóstico ambiental urbano
Formatos Temporais e Espaciais Possíveis: Informação sobre a existência, data de implementação em nível local.
Referência: A nova Lei Florestal e a questão urbana (ARAUJO; GANEM, 2016); A Mata Atlântica cede lugar a outros usos da terra em Santa Catarina, Brasil (SIMINSKI; FANTINI, 2010)

Objetivos: Analisar se o desenvolvimento urbano está sendo planejado em consonância com as legislações ambientais

Metas, Valores de Referência: Manutenção de APPs e conformidade com zoneamento

Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pela Autora (2018)

4.2.3.2. Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009

O Quadro 8 mostra a descrição do indicador de Resposta *Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009*.

Quadro 8 - Indicador de Resposta: Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009

Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009
Tipo de indicador: Resposta
Fonte: PISB, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009
Justificativa: O PISB, enquanto instrumento de planejamento na área de saneamento, junto à Resolução CONAMA 430/2011 e o Decreto Estadual 14.675/2009, estão diretamente relacionados à proteção dos rios e qualidade da água dos córregos urbanos
Como é inferido? Pela verificação do cumprimento da legislação
Medidas e unidades: O PISB, o CONAMA 430/2011 e o Decreto 14.675/2009 são indicadores qualitativos na preservação dos rios e córregos urbanos

Formatos Temporais e Espaciais Possíveis: Informação sobre a existência, data de implementação em nível local
Referência: O papel dos municípios na proteção dos recursos hídricos (SANTOS, 2011)
Objetivos: Analisar se o PISB está atingindo suas metas no que se refere ao esgotamento sanitário, e se a Resolução CONAMA 430/2011 e o Decreto 14.675/2009 são aplicados

Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pela Autora (2018)

4.2.3.3. Iniciativa privada e sociedade civil

O Quadro 9 mostra a descrição do indicador de Resposta Iniciativa privada e sociedade civil.

Quadro 9 - Indicador de Resposta: Iniciativa privada e sociedade civil

Iniciativa privada e sociedade civil
Tipo de indicador: Resposta
Fonte: Investigação de ações de proteção do córrego de estudo que venham de iniciativas privadas e sociedade civil
Justificativa: As ações de proteção do córrego, que surgem da iniciativa privada e sociedade civil, se relacionam com a proteção do corpo hídrico e o engajamento das partes envolvidas
Como é inferido? Pela verificação, através de registros online, em associações de bairro, notícias, etc. de ações de iniciativa privada e sociedade civil que visem a revitalização do córrego do Itacorubi
Medidas e unidades: As ações são indicadores qualitativos na preservação dos rios e córregos urbanos

Formatos Temporais e Espaciais Possíveis: Informações sobre a existência de intervenções de proteção ao córrego

Referência: Não há referência metodológica

Objetivos: Analisar se há ações protetivas sobre o córrego do Itacorubi de iniciativa privada e sociedade civil

Metas, Valores de Referência: Não há valores de referência

Fonte: PNUMA (2004). Adaptado pela Autora (2018)

4.3. AVALIAÇÃO DOS INDICADORES

- Indicadores de Pressão

Uso do solo

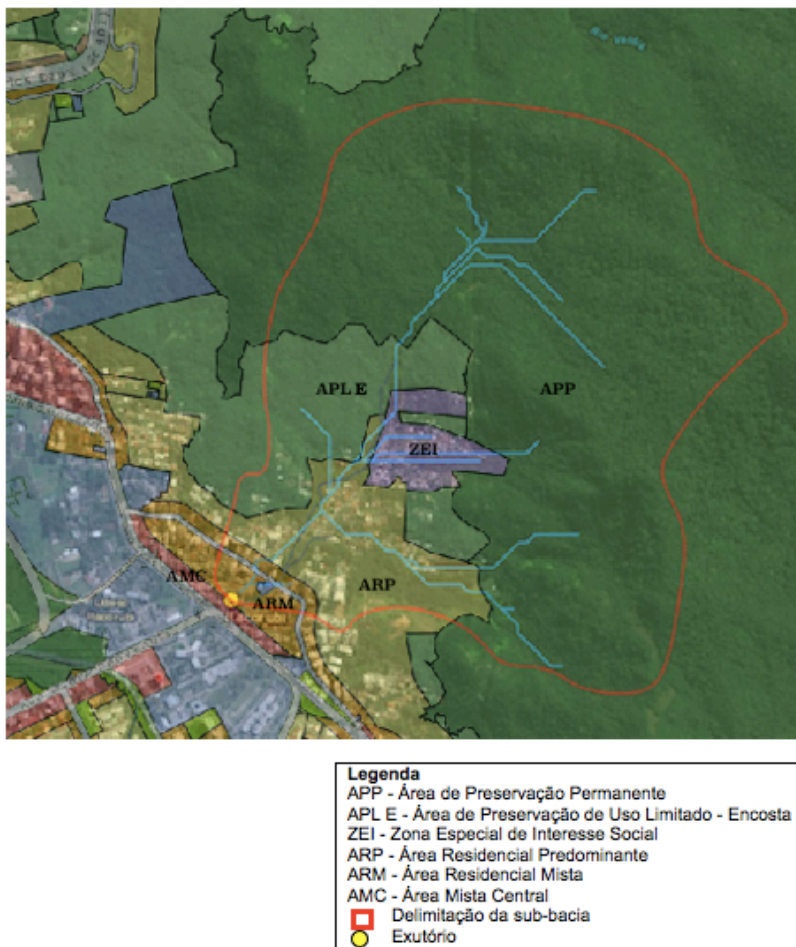
A partir do mapa abaixo (Figura 11), foram calculadas as áreas em APP, APL-E, ZEIS, ARP e ARM. A Tabela 1 apresenta os resultados das áreas total e ocupada e a taxa de ocupação na região:

Tabela 1 – Ocupação na região de estudo

Zoneamento	Área total (Km ²)	Área ocupada (Km ²)	Taxa de ocupação (%)
APP	2,180	0,008	0,37
APL-E	0,356	0,038	10,66
ZEIS	0,116	0,059	50,74
ARP	0,308	0,148	48,16
ARM	0,059	0,057	95,52

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Figura 11 - Mapa uso do solo da sub-bacia e zoneamento do Plano Diretor de 2014



Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis (2014); EPAGRI/CIRAM. Adaptado pela autora (2018)

O Plano Diretor prevê que as APPs são *non edificandi*, ou seja, são proibidas construções nessas áreas (FLORIANÓPOLIS, 2014). Já a APL-E tem taxa de ocupação máxima de 10%, sendo proibido o parcelamento. A ZEIS tem taxa de ocupação máxima de 60%. A ARP é de 50% e a ARM é de 50% (FLORIANÓPOLIS, 2014).

Pelas áreas calculadas, observou-se que as APP, APL-E e ARM estão

em desacordo com o Plano Diretor de 2014. As ZEIS e ARP ainda que estejam dentro dos limites de ocupação, são impactadas com o crescimento do bairro, o que é observado pela quantidade de novos empreendimentos e de áreas de campo abertas vistas via satélite.

Apesar de serem permitidos determinados tipos de construção quando autorizadas, Cravo (2017) salienta que as APLs são as áreas mais prejudicadas pela expansão do Itacorubi em seu processo de urbanização, pois foram diminuindo conforme redelimitação dos zoneamentos dos Planos Diretores. O zoneamento teve que se adequar à grande expansão ocorrida no bairro.

Em literatura, observa-se uma relação entre uso do solo, degradação de corpos hídricos e redução de cobertura vegetal. Isso porque, devido à expansão urbana, além de haver mais pressão sobre os corpos d'água, a vegetação é decrescida.

Tucci (2012) ressalta a conexão entre uso do solo e os impactos sobre os corpos hídricos, sendo a expansão irregular sobre áreas frágeis um dos principais fatores para essa degradação. Maricato (2011) atenta para as questões de ocupação em áreas ambientalmente frágeis - como encostas e beira de córregos - que, por terem legislação específica e não serem interessantes ao mercado imobiliário, são, por vezes, ignoradas pelo Poder Público. Dentre as consequências dessa ocupação está a poluição dos recursos hídricos (MARICATO, 2011).

Portanto, considerou-se que o indicador de Pressão *uso do solo* tem relação sólida e direta com o indicador de Estado *qualidade da água*, recebendo então um índice 3. O mesmo indicador de Pressão recebeu um índice 2 em relação ao indicador de Estado *cobertura vegetal*. Os resultados dos indicadores de Estado serão abordados com mais detalhes à diante.



Densidade demográfica em área ocupada

Considerando uma média simples, calculou-se uma população aproximada para a área de estudo.

O mapa abaixo mostra a delimitação do bairro Itacorubi e a área ocupada dentro do bairro (Figura 12). Através do Google Earth, calculou-se a área total e a área ocupada no bairro. Com isso, chegou-se a um resultado de 2,96 Km² de área ocupada para 13 Km² de área total. Isso equivale a 22,77% de área ocupada. Vale ressaltar que não foi considerado a componente verticalização, mas sim a área ocupada horizontalmente.

Figura 12 - Delimitação do bairro Itacorubi e área ocupada



Legenda	
	Delimitação do bairro Itacorubi
	Delimitação da área ocupada

Fonte: Google Earth (2018). Adaptado pela autora (2018)

A área total da sub-bacia de estudo tem 3,02 Km² e 0,31 Km² de ocupação.

O IBGE (2010) aponta uma população de 15.665 habitantes para o bairro do Itacorubi. Por isso, através de estimativa simples, se 15.665 habitantes ocupam uma área de 2,96 Km² no bairro, cerca de 1.640 habitantes ocupam a área de 0,31 Km². Isso resulta em uma *densidade demográfica em área ocupada* de 5.292 habitantes/Km² ocupado.

Farias *et al.* (2017) apresenta a lista dos 20 municípios brasileiros com maiores densidades demográficas urbanas, sendo Diadema - SP a cidade com a maior taxa (13.875 habitantes/Km²urbano). A densidade demográfica urbana no Brasil é de 2.969 habitantes/Km²urbano, e a de Santa Catarina é de 1.759 habitantes/Km²urbano (FARIAS *et al.*, 2017).

Para fins comparativos, considerou-se a área ocupada da sub-bacia como sendo área urbana.

A sub-bacia analisada, apesar de não possuir índices entre os 20 maiores municípios, possui taxa maior que a média nacional e estadual, sendo, portanto, uma região com alta densidade demográfica, considerando-se a área ocupada.

Como afirma Tucci (2012), com o aumento da densidade habitacional, há crescimento da demanda de água e da carga de efluentes domésticos sem tratamento nos corpos hídricos, sendo, portanto, um indicador relacionado à qualidade da água do córrego.

Considerou-se, então, que há uma relação intermediária entre o indicador de Pressão *densidade demográfica em área ocupada* e os indicadores de Estado *qualidade da água e cobertura vegetal* (índice 2).

Saneamento

O Plano Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis (2009) apresenta que a extensão da rede coletora implantada no município é de 540 km, sendo que apenas 39% da população residente era atendida por coleta pública de esgoto sanitário em 2010.

Ainda que a rede coletora exista no Itacorubi desde 2012, os moradores ainda não podem fazer as ligações e utilizam de sistemas descentralizados. Isso porque a ampliação do sistema de esgotamento sanitário insular de Florianópolis não está finalizada (GONÇALVES, 2018). Portanto, na área de estudo, considerou-se que, apesar de haver rede coletora pública, não há coleta e tratamento de esgoto como serviço público.

No entanto, salienta-se que grande parte dos imóveis contam com tratamento individual ou coletivo, como nos casos dos condomínios da Rodovia Amaro Antônio Vieira.

As imagens abaixo (Figuras 13 e 14) apresentam a rua do Quilombo e a Rodovia Amaro Antônio Vieira. Observa-se que, enquanto na Rodovia Amaro Antônio Vieira há rede coletora de esgoto, evidenciada pelos poços de visita, nas ruas a partir da Rua do Quilombo há ausência da rede coletora. Isso mostra que, além da pressão diretamente sobre o córrego, há um distanciamento da universalização do saneamento básico.

Figura 13 - Rua do Quilombo



Fonte: Acervo da autora (2018)

Figura 14 - Rodovia Amaro Antônio Vieira



Fonte: Acervo da autora (2018)

Por conseguinte, considerou-se que para o indicador de Pressão *saneamento*, há 0% de coleta e tratamento de esgoto como serviço público na região de estudo.

Observa-se, em literatura, que há um vínculo sólido entre índice de cobertura de esgoto e qualidade da água de corpos hídricos. Freitas, Silva e Oliveira (2016) alegam que a poluição hídrica de maior representatividade em volume e carga é de natureza orgânica, que está associada à composição dos esgotos domésticos. Este problema, já contornado em países mais desenvolvidos, é ainda o principal impacto de qualidade ambiental no Brasil (FREITAS, SILVA e OLIVEIRA, 2016).

Tucci (2012) alega que uma das consequências da urbanização desenfreada é o aumento na carga de efluentes domésticos sem tratamento, em parte lançados nos rios próximos às cidades.

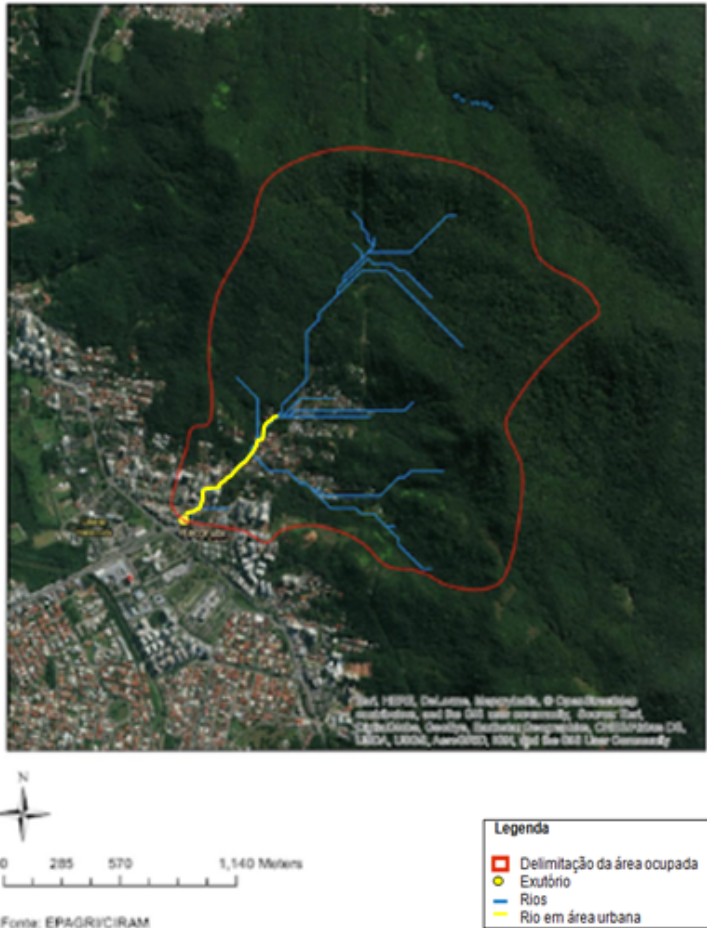
Com isso, admitiu-se que há uma forte relação entre o indicador de Pressão *saneamento* e o indicador de Estado *qualidade da água* (índice 3). Considerou-se, ainda, que a relação entre *saneamento* e *cobertura vegetal* é baixa (índice 1).

Retificação do canal

O indicador de Pressão *retificação do canal* foi calculado com base no comprimento do curso d'água a partir da entrada em área ocupada, em relação aos trechos que foram retificados nessa área.

O comprimento do córrego desde sua entrada em mancha urbana até o exutório é de, aproximadamente, 740 m, conforme calculado por mapeamento em ArcGIS e AutoCAD (Figura 15). Como há afluentes, considerou-se que as primeiras manchas urbanas contribuem para os mesmos, que deságuam no córrego principal mais à jusante.

Figura 15 - Córrego em área urbana



Fonte: EPAGRI/CIRAM. Adaptado pela autora (2018)

O trecho canalizado, que pode ser observado em imagem de satélite, está entre o exutório e a Rodovia Amaro Antônio Vieira, e possui cerca de 312 m (Figura 16). Ele foi calculado através de geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Florianópolis (2018). Portanto, cerca de 42% do córrego em área ocupada está retificado.

Figura 16 - Percurso do córrego retificado



Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis (2014). Adaptado pela autora (2018)

Assumpção (2009) observou que as modificações realizadas nos canais fluviais da bacia do Rio Macaé (RJ) proporcionaram mudanças nas feições morfológicas e podem também ter influenciado nas mudanças sobre as características hidrossedimentológicas do rio Macaé, uma vez que as formas estão intimamente associadas às características do fluxo e da carga sedimentar do canal.

A Instrução Normativa nº 70 da Fundação do Meio Ambiente (FATMA) exige, como parte da identificação dos impactos ambientais em obras de retificação e canalização de cursos d'água, qualquer alteração na qualidade da água, bem como a identificação de supressão de cobertura vegetal, perda de habitats, redução/alteração de fauna aquática e terrestre, etc. (FATMA, 2015).

Portanto, considerou-se que há uma relação moderada entre o indicador de Pressão *retificação do canal* e os indicadores de Estado *qualidade da água* e *cobertura vegetal* (índice 2).

- Indicadores de Estado

Cobertura vegetal

Através de mapeamento realizado pelo ArcGIS, a área verde total da sub-bacia de estudo foi de 2,65 Km². Essa área representa 87,75% da área total da sub-bacia, que é de 3,02 Km².

Nucci e Cavalheiro (1999) ressaltam a importância da cobertura vegetal no ambiente urbano, pois esta possui funções ecossistêmicas que garantem proteção aos corpos hídricos, além de um ambiente propício ao bem-estar da população urbana. A retração da vegetação tem impacto significativo nos ecossistemas em geral, pois a perda de cobertura vegetal afeta, por exemplo, o processo de evapotranspiração nos rios (BORGES; MARIM; RODRIGUES, 2010).

Conforme parâmetros determinados pela ONU (2014), que classifica índices de cobertura vegetal em áreas urbanas em relação à qualidade ambiental, uma cobertura vegetal de até 5% é considerada baixa, entre 10-25% média, sugerindo um índice de pelo menos 30% de cobertura.

Por isso, concluiu-se que a sub-bacia possui um índice alto de cobertura vegetal.

Qualidade da água

O PISB (2009) destaca que Florianópolis não possui controle dos lançamentos de efluentes, tratados ou não, e não há estudo de capacidade de assimilação de despejos nos seus corpos receptores.

Os padrões de lançamento de efluentes utilizados para análise do monitoramento se baseiam em legislação Federal e Estadual, não dando uma especificidade suficiente para um controle mais efetivo (FLORIANÓPOLIS, 2009). Não há uma legislação específica municipal que discorra de padrões de lançamento de efluentes e controle da qualidade dos corpos d'água, principalmente em relação ao lançamento de esgoto.

A *Escherichia coli* (*E. coli*) é um importante indicador microbiológico utilizado em estudos da qualidade da água. Caracteriza-se por ser uma bactéria bastante abundante nas fezes dos animais de sangue quente, incluindo os humanos, tendo sido encontradas em água naturais, esgotos

e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (SALES, 2005; ZIESE et al. 2000).

Foram escolhidos três pontos de coleta para a análise da água do córrego. Os pontos se localizam próximos a um canal de drenagem abaixo da ponte que atravessa o córrego na rodovia Amaro Antônio Vieira. O mapa abaixo mostra a localização dos pontos de coleta (Figura 17). A escolha dos pontos foi por estarem à jusante da sub-bacia, incluindo, portanto, toda a área delimitada.

Figura 17 - Localização dos pontos de coleta



Legenda	
●	Ponto 1
●	Ponto 2
●	Ponto 3

Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis (2014). Adaptado pela autora (2018)

O Ponto 1 se localiza um pouco antes do canal de drenagem abaixo da ponte; o Ponto 2 na saída do canal de drenagem; e o Ponto 3, um pouco depois do canal de drenagem (Figuras 18, 19 e 20).

Assim, além de se obter resultados microbiológicos da água do córrego, pôde-se compreender se há alguma diferença entre a água que

chega até a área da rodovia Amaro Antônio Vieira e a que sai do canal de drenagem que recebe o efluente do tratamento de esgoto dos condomínios entrevistados.

Figura 18 - Localização do Ponto 1



Fonte: Acervo da autora (2018)

Figura 19 - Localização do Ponto 2, com destaque para a saída da galeria pluvial



Fonte: Acervo da autora (2018)

Figura 20 - Localização do Ponto 3



Fonte: Acervo da autora (2018)

No dia 25/10/2018, após a metodologia de análise, realizou-se a leitura às 14 horas. Uma coloração amarela foi detectada, evidenciando coliformes totais nas três amostras (Figura 21).

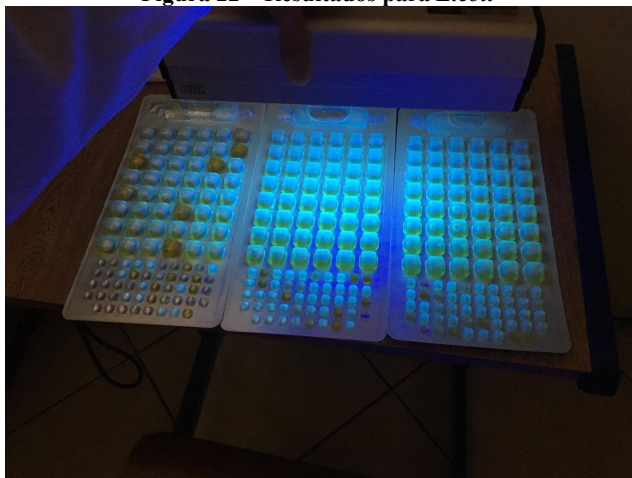
Figura 21 – Resultados para coliformes totais



Fonte: Acervo da autora (2018)

Após o teste, as amostras apresentaram características de fluorescência, logo, o resultado foi positivo para presença de coliformes fecais (Figura 22).

Figura 22 – Resultados para *E.coli*



Fonte: Acervo da autora (2018)

A Tabela 2 apresenta os resultados dos três pontos. Estes mostraram-se positivos para ambos coliformes totais e fecais em todos os pontos analisados:

Tabela 2 – Resultados para coliformes totais e *E.coli*

Ponto	Coliformes totais (NMP/100mL)	<i>E.coli</i> (NMP/100mL)
1	$365,4 \times 10^3$	$128,1 \times 10^3$
2	$2.419,6 \times 10^3$	$1.046,2 \times 10^3$
3	$1.986,3 \times 10^3$	$1.203,3 \times 10^3$

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Conforme o PISB (FLORIANÓPOLIS, 2009), entre 2005 e 2008 houve uma mudança no enquadramento dos cursos d'água de Florianópolis. Com a aprovação da Resolução do CONAMA 357/2005, o enquadramento dos corpos de água passou a ser função do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e Conselhos Estaduais de

Recursos Hídricos - CERH.

Contudo, não havendo enquadramento, as águas doces são consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, com exceção das que as condições atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente (FLORIANÓPOLIS, 2009).

A Resolução 357/2005, alterada parcialmente e complementada pela Resolução 430/2011, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, dentre outras providências.

A Tabela 3 apresenta os limites máximos para coliformes termotolerantes em classes de corpos d'água.

Tabela 3 - Limites para coliformes termotolerantes em Classes de corpos d'água

Classe	Limite de Bactérias Coliformes termotolerantes 100/ml
I	2×10^2
II	10^3
III	$2,5 \times 10^3$
IV	4×10^3

Fonte: CONAMA 357 (BRASIL, 2005)

Os resultados demonstraram valores além dos limites permitidos por legislação. Considerando-se o córrego como sendo Classe 2, o Ponto 1 está mais de 100 vezes acima do limite permitido para coliformes termotolerantes; os Pontos 2 e 3, mais de 1000 vezes acima.

O elevado número de coliformes termotolerantes nas águas analisadas provavelmente está associado às ligações clandestinas e ao efluente tratado de forma inadequada pelos condomínios da região. Um dos possíveis motivos de o Ponto 3 ter resultado em um maior valor para *E. coli* é que há presença de várias canalizações ao longo do córrego após o Ponto 2, muitas dessas com contribuição de esgoto doméstico.

Conforme já realizado em outros trabalhos, como Oliveira *et al.* (2015), Martins (2016) e Roveri e Muniz (2016), e sendo o teste de coliformes um importante parâmetro para a análise da água, principalmente quando na presença de esgoto doméstico, o presente estudo considerou que há uma elevada carga poluidora no córrego.

- Indicadores de Resposta

Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica

O Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica, enquanto indicadores de *Resposta*, são instrumentos de gestão do uso e ocupação do solo, sendo essenciais na proteção ambiental, como as APPs, Mata Atlântica e corpos hídricos.

Observou-se que, apesar de haver um Plano Diretor vigente, há o descumprimento das ocupações máximas permitidas para os zoneamentos das áreas.

Como citado na fundamentação teórica do presente estudo, há muitos entraves a serem sanados para que o Plano Diretor cumpra seu papel efetivamente. E pelo histórico de ocupação do bairro do Itacorubi, a tendência é haver mais contrariedades nas questões de ocupação irregular, caso não haja cumprimento dos zoneamentos previstos no Plano Diretor.

O novo Código Florestal, que regulamenta a exploração de terra no Brasil, é alvo de críticas. Conforme Abreu (2012), a alteração do Código Florestal implica em anular a aplicabilidade de um conjunto de leis ambientais, abrindo espaço para o agronegócio e o setor imobiliário.

Araújo e Ganem (2016) discutem os problemas no campo normativo quanto à proteção das florestas e outras formas de vegetação nativa nas cidades. Apesar de a nova Lei Florestal trazer avanço quando explicita a aplicabilidade das APPs e seus limites aos perímetros urbanos, a mesma não aprofundou o debate sobre as especificidades das APPs quando inclusas no perímetro urbano (ARAÚJO; GANEM, 2016).

APPs em bom estado de conservação devem permanecer livres do uso humano, atuando como áreas de refúgio da vida silvestre e proteção dos corpos hídricos. As APPs têm função ecológica fundamental na proteção dos recursos hídricos. Nessa perspectiva, é necessário não apenas proteger as APPs ainda intactas, mas também recuperar áreas já degradadas (ARAÚJO; GANEM, 2016).

A Lei da Mata Atlântica, nº 11.428/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, é parte importante nos limites de ocupação e uso do solo e proteção dos corpos hídricos. Mesmo reduzida e muito fragmentada, a Mata Atlântica possui uma importância social e ambiental enorme (VARJABEDIAN, 2010).

Conforme Siminski e Fantini (2010), entre 1995 a 2007 foram avaliados mais de 1700 pedidos de supressão da vegetação em Santa Catarina. Considerando que todas as solicitações receberam autorização, a área desmatada legalmente no Estado somaria cerca de 26.000 ha, ou

seja, 60% da área desmatada dectada pela Fundação SOS Mata Atlântica e INPE no período 2000-2005.

Os resultados do trabalho de Siminski e Fantini (2010) revelam um diagnóstico preocupante sobre os remanescentes de florestas nativas no estado de Santa Catarina, especialmente das formações florestais secundárias. Isso revela a fragilidade na conservação efetiva dos remanescentes. Exemplo dessa fragilidade é a substituição das áreas de florestas nativas por outras formas de uso da terra (SIMINSKI; FANTINI, 2010).

Portanto, concluiu-se que, apesar de haver instrumentos de gestão do uso e ocupação do solo, há ainda muitas discordâncias que permeiam a discussão, bem como o descumprimento da legislação e interesses pessoais envolvidos, o que acarreta em um uso e ocupação do solo que, via de regra, vai na contramão da preservação ambiental e dos corpos hídricos.

Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009

O Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009 são importantes instrumentos de proteção dos corpos hídricos.

O PISB apresenta as metas na área de saneamento para Florianópolis. Como discutido anteriormente, a universalização do acesso aos serviços de saneamento é um dos objetivos do Plano, porém, ainda está longe de ser alcançado.

Florianópolis possui uma fragilidade ambiental devido às características de seus ecossistemas e um acelerado crescimento urbano sem a infraestrutura adequada de esgotamento sanitário (FLORIANÓPOLIS, 2009).

Onde não há coleta pública, o esgotamento sanitário é feito por soluções individuais, com ou sem tratamento, com disposição final em rios, rede de drenagem, mar ou solo. Assim, há residências que continuam utilizando fossas sépticas e também condomínios que tratam seus efluentes através de estação de tratamento local com posterior lançamento em galerias pluviais.

O PISB (FLORIANÓPOLIS, 2009) ainda destaca que menos da metade dos esgotos domésticos são coletados pelos sistemas públicos, e os tratamentos individuais apresentam muitas deficiências operacionais.

A área de estudo apresenta-se como um local de implantação de

projeto, isto é, sem coleta e tratamento públicos de esgoto.

Em relação à resolução CONAMA 430/2011 (que alterou parcialmente e complementou a CONAMA 357/2005) e ao Decreto 14.675/2009, Florianópolis (2009) não tem um controle efetivo dos lançamentos de efluentes tratados ou não tratados, e não há um estudo de capacidade de assimilação de despejos nos seus corpos receptores.

Os padrões de lançamento de efluente vêm de legislação federal e estadual, não havendo uma especificidade suficiente para um controle mais efetivo (FLORIANÓPOLIS, 2009).

Além disso, conforme o PISB, o monitoramento é realizado apenas no efluente de lançamento de algumas Estações de Tratamento do sistema público, sem rigor na periodicidade e sem análise da qualidade da água dos corpos de água receptores. Portanto, falta um controle efetivo nos pontos de lançamento de efluentes.

Por conseguinte, os instrumentos de controle e preservação dos corpos hídricos, apesar de existirem, não são efetivamente aplicados, resultando em impactos negativos aos rios urbanos.

Iniciativa privada e sociedade civil

As ações por parte de iniciativa privada e sociedade civil têm papel importante na preservação e recuperação dos corpos hídricos urbanos.

Verificaram-se algumas ações de iniciativa local relacionadas à proteção ambiental. O Fórum da Bacia do Itacorubi, criado em 2009 (UFECO, 2009), possui em seus registros de atividades, intervenções em conjunto com alguns órgãos ambientais municipais, como por exemplo, o recolhimento de microlixo no Poção, realizado no dia 22 de março de 2018 (FÓRUM DA BACIA DO ITACORUBI, 2018).

Observaram-se também ações ambientais no Jardim Botânico, como palestras, oficinas de compostagem, mutirões na horta do Jardim Botânico, etc. (FÓRUM DA BACIA DO ITACORUBI, 2018).

A Associação do Bairro Itacorubi (ABI, 2018) divulga em sua página online ações culturais, oficinas, palestras, exposições, notícias de interesse comunitário, convocações para Assembleias, etc. Dentre as ações ambientais encontradas, destacam-se o convite à participação de uma Audiência Pública acerca do Jardim Botânico (9, maio de 2016) e também acerca do licenciamento ambiental que permitiu a tubulação e o aterramento de rios afluentes do Córrego Grande (9, setembro de 2015); o convite à uma oficina de diagnóstico e planejamento da drenagem urbana do Itacorubi (11, agosto de 2017); e sensibilização da comunidade

quanto à importância do desassoreamento do rio Itacorubi. Porém, não foram encontradas ações ligadas diretamente ao córrego de estudo.

Jacobi (2003) discute os desafios para a sensibilização e engajamento da sociedade civil em ações de educação ambiental, cidadania e sustentabilidade, sublinhando a necessidade de se internalizar a problemática ambiental para fortalecer visões integradoras que estimulem uma reflexão sobre a relação indivíduos-natureza.

Não foram encontrados registros de ações de iniciativa privada no córrego de estudo.

Apesar de terem sido encontradas ações ambientais promovidas por Associação de bairro e pelo Fórum da Bacia do Itacorubi, não foram encontradas ações diretamente relacionadas ao córrego de estudo.

4.4. MATRIZ DE VULNERABILIDADE DE PRESSÃO E ESTADO

Como parte dos resultados, uma matriz de vulnerabilidade foi criada a fim de apresentar as correlações entre os indicadores de *Pressão e Estado*, com base nos dados obtidos e pesquisa bibliográfica. A seguir, apresenta-se a tabela resumo dos indicadores e seus resultados (Tabela 4).

Tabela 4 - Tabela resumo dos resultados

Indicador		Resultado
Pressão	Uso do solo	APP: 0,37% ocupação; Limite: 0% APL-E: 10,66%; Limite: 10% ZEIS: 50,74%; Limite: 60% ARP: 48,16%; Limite: 50% ARM: 95,52%; Limite: 50%
	Densidade demográfica em área ocupada	Sub-bacia: 5.292 hab/Km ² ; Referência: Brasil: 2.969 hab/Km ² SC: 1.759 hab/Km ²
	Saneamento	Atualmente: 0% de coleta e tratamento como serviço público; Meta: 100%
	Retificação do canal	42%; Não há valores de referência normativa
Estado	Cobertura vegetal	87,75%; Meta: > 30%
	Qualidade da água do córrego	Ponto 1: >100x acima do limite (<i>E.coli</i>) Pontos 2 e 3: >1000x acima do limite (<i>E.coli</i>)

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Com os resultados obtidos de cada indicador, e com a definição dos índices de correlação entre os indicadores de *Pressão* e *Estado*, foi possível consolidar os dados no formato de matriz, representando a vulnerabilidade ambiental no córrego causada pelas pressões socioambientais da área de estudo, o que resultou na Tabela 5.

Para fins de visualização, os índices de correlação definidos anteriormente estão representados de forma numérica e semafórica na matriz, onde o número 1 corresponde à situação de vulnerabilidade menos preocupante de todas, enquanto o número 3 representa o cenário mais crítico. Abaixo segue a representação consolidada:

- 1 - Baixo - Verde
- 2 - Médio - Amarelo
- 3 - Alto - Vermelho

Tabela 5 - Matriz de vulnerabilidade de Pressão e Estado

		PRESSÃO			
		Uso do solo	Saneamento	Retificação do canal	Densidade demográfica em área ocupada
ESTADO	Qualidade da água	3	3	2	2
	Cobertura vegetal	2	1	2	2

Legenda	
1 - Baixo	
2 - Médio	
3 - Alto	

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Observou-se, através dos resultados obtidos na seção 4.3. *Avaliação dos Indicadores*, que os indicadores de *Pressão* uso do solo e saneamento são os que mais influenciam no indicador de *Estado* qualidade de água, representando, assim, o quadro mais crítico.

Os indicadores de *Pressão* retificação do canal e densidade demográfica em área ocupada têm impacto definido como “médio” sobre os indicadores de *Estado* qualidade da água e cobertura vegetal, conforme resultados.

O indicador de *Pressão* uso do solo influencia o indicador cobertura vegetal de forma significativa, estando no índice definido como “médio”.

Já o indicador de *Pressão* saneamento tem baixo impacto no indicador cobertura vegetal, considerando-se os resultados obtidos.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou contribuir com estudos relativos a pressões da urbanização nos corpos hídricos na região do Itacorubi, Florianópolis/SC.

Através da aplicação do modelo PER, foram selecionados e medidos indicadores de *Pressão*, *Estado* e *Resposta*, a fim de diagnosticar alterações no estado em um córrego do Itacorubi, decorrentes de atividades humanas.

Esses indicadores, enquanto importantes instrumentos de planejamento e gestão dos espaços urbanos, possibilitaram investigar os efeitos da urbanização no córrego, considerando sua sub-bacia hidrográfica de influência.

As principais conclusões são apresentadas conforme os objetivos específicos apresentados no início do trabalho:

- *Caracterizar a sub-bacia do córrego do Itacorubi conforme suas características urbanísticas e socioambientais:* Através de pesquisa bibliográfica e mapeamento, apresentaram-se a área total da sub-bacia, as áreas ocupadas e de vegetação, o comprimento do córrego analisado, a evolução histórica do processo de urbanização na região, as características físicas, dados urbanísticos, ações de infraestrutura, o Plano Diretor, o manguezal, o rio Itacorubi e seu histórico de poluição. Dessa forma, foi possível compreender os aspectos físicos, urbanísticos, ambientais e a dinâmica da área de estudo. Isso forneceu base para o estabelecimento dos indicadores PER;
- *Estabelecer e avaliar indicadores de Pressão, Estado e Resposta no córrego do Itacorubi frente a aspectos socioambientais e urbanísticos da sua sub-bacia de influência:*
 - O indicador de *Pressão* uso do solo mostrou que há uma taxa de ocupação de 0,37% em APP (áreas *non edificandi*), 10,66% em APL-E (quando o máximo permitido é 10%), 50,74% em ZEIS (com taxa máxima permitida de 60%), 48,16% em ARP e 95,52% em ARM (ambas com máximo permitido de 50%). Portanto, as APP, APL-E e ARM estão em desacordo com o Plano Diretor de 2014;
 - O indicador de *Pressão* densidade demográfica em área ocupada apontou 5.292 habitantes/Km² ocupado, sendo maior que a

densidade demográfica urbana no Brasil e em Santa Catarina, considerando-se que a área ocupada da sub-bacia se caracteriza como área urbana;

- Para o indicador de *Pressão* saneamento, concluiu-se que há 0% de coleta e tratamento de esgoto como serviço público na região de estudo;
 - Para o indicador de *Pressão* retificação do canal, observou-se que cerca de 42% do córrego em área urbana está retificado;
 - O indicador de *Estado* cobertura vegetal mostrou 87,75% de área verde na sub-bacia, índice acima dos parâmetros determinados pela ONU, que sugere pelo menos 30% de cobertura vegetal em área urbana;
 - O indicador de *Estado* qualidade de água apontou a presença de coliformes totais e fecais nos três pontos analisados, todos com resultados acima dos limites máximos permitidos por legislação;
 - O indicador de *Resposta* Plano Diretor, Código Florestal e Lei da Mata Atlântica, que versam sobre uso e ocupação do solo, proteção de ecossistemas e APPs, apesar de serem importantes instrumentos e, em teoria, aplicados no município, são permeados de discordâncias e descumprimento da legislação. Isso resulta em um uso e ocupação do solo que, via de regra, vai na contramão da preservação ambiental e dos corpos hídricos;
 - O indicador de *Resposta* Plano Integrado de Saneamento Básico, CONAMA 430/2011 e Decreto 14.675/2009, enquanto instrumentos para a proteção dos corpos d'água, não são efetivamente aplicados, o que se torna um agravante para a proteção dos corpos hídricos;
 - Para o indicador de *Resposta* iniciativa privada e sociedade civil, verificou-se que apesar de existirem algumas ações ambientais locais, não há registro de ação ligada diretamente ao córrego de estudo;
- *Desenvolver uma matriz de vulnerabilidade entre Pressão e Estado para a área de estudo:* A matriz resultante mostrou que os indicadores de *Pressão* uso do solo e saneamento são os que mais influenciam no indicador de *Estado* qualidade de água. Por conseguinte, concluiu-se que o córrego do Itacorubi passa por um processo intenso de antropização.

Assim, ressalta-se a importância no controle do uso do solo, principalmente em medidas de proteção das APPs e APL-ES. Os investimentos em saneamento são também essenciais para a preservação dos rios urbanos. Nesse sentido, a fiscalização, o cumprimento da legislação e o comprometimento social cumprem papel na defesa das águas.

A gestão integrada das águas, que une planejamento urbano e saneamento, incorpora-se como parte na conservação dos corpos hídricos.

Por fim, os rios urbanos, antes de serem recursos hídricos, são ecossistemas para a manutenção da integridade ecológica do corpo d'água. Logo, a revitalização, com inserção na paisagem, é também parte fundamental na preservação dos cursos d'água em áreas urbanas.

6. LIMITAÇÕES E FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

O presente trabalho utilizou o modelo PER para investigar os efeitos da urbanização no córrego. Contudo, ressalta-se a importância em se considerar indicadores de *Impacto* como parte do diagnóstico, através, por exemplo, de fatores bióticos e abióticos. Devido à complexidade de medição, esses indicadores não foram considerados no estudo.

A escolha dos indicadores se baseou em disponibilidade das informações e custos. Porém, salienta-se que o estudo dos impactos da urbanização em um ecossistema envolve mais indicadores, que, ocasionalmente, não foram considerados no trabalho. Destaca-se a importância de se incluir, por exemplo, outras esferas do saneamento que influenciam na qualidade da água do córrego, como os resíduos sólidos urbanos e a drenagem, e também outras fontes poluição difusa.

Algumas simplificações foram feitas para viabilizar as medições e correlações de alguns indicadores, como, por exemplo, o indicador de *Estado* qualidade da água, que avaliou somente os parâmetros coliformes totais e termotolerantes. Ressalta-se a importância em se avaliar outros parâmetros referentes à qualidade da água, como DBO, DQO, nitrogênio, fósforo, etc. para se obter um melhor panorama do córrego. A realização de um monitoramento e coleta de mais pontos também são parte de um diagnóstico mais preciso.

Outra simplificação realizada foi sobre o indicador de *Pressão* densidade demográfica em área ocupada. Considerou-se uma média simples, com aproximação da população para a área de estudo, sem considerar a componente verticalização, mas sim a área ocupada horizontalmente.

Conforme PNUMA (2004) é importante dar atenção aos órgãos públicos do meio ambiente e ao grau em que a sociedade se encontra envolvida com a formulação das políticas públicas, para um melhor diagnóstico. No presente trabalho, não foram medidos graus de envolvimento social, limitando-se aos registros de ações ambientais sobre o córrego.

Como possível desenvolvimento futuro nessa área de estudo, destaca-se a revitalização de rios urbanos, que se apresenta como temática em ascensão no que tange aos impactos da urbanização em corpos hídricos.

REFERÊNCIAS

ABREU, M.S. **Código Florestal Brasileiro e Código Ambiental de Santa Catarina: legislação a favor do lucro.** Rebela. v. 1, n. 3, fev. 2012.

AHLMAN, S. **Modelling of substance flows in urban drainage systems.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Chalmers University of Technology. Göteborg (Suécia), 2006.

ARAÚJO, S.M.V.G; GANEM, R.S. **A nova Lei Florestal e a questão urbana.** Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para a implementação da nova lei. Cap. 4, pp.107-124, 2016.

ASSOCIAÇÃO DO BAIRRO ITACORUBI – ABI. **Página do Facebook.** Disponível em: <
https://www.facebook.com/ABIItacorubi/?hc_ref=ARS95SuR9JYJomnAjevBva2nWdvaBHvppo4ir8hej-y5UQLkdnF05MgYTqJcpRUePTn8&__tn__=kC-R>. Acesso em 30 outubro 2018.

ASSUMPCÃO, A.P. **Retificação de canais fluviais no baixo curso da bacia do rio Macaé (RJ) - Uma abordagem geomorfológica.** Departamento de Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

AZZOLIN, N.M; PIRES, V.A.C. **Influência da drenagem pluvial urbana nas condições de balneabilidade do Lago Paranoá, no Distrito Federal.** In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Fortaleza – CE, 2006.

BORGES, C.A.R.F.; MARIM, G.C.; RODRIGUES, J.E.C. **Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade ambiental em áreas urbanas: Um estudo de caso do bairro da Pedreira – Belém/PA.** VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra. Coimbra – Portugal, maio de 2010.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Gestão do território e manejo das águas urbanas.** Brasília: Ministério das

Cidades, 2005.

BRASIL. **Lei nº. 10.257 de 10 de Julho de 2001. Estatuto da Cidade.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2001.

BRASIL. **Lei nº. 11.445 de 5 de Janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe Sobre A Proteção da Vegetação Nativa; Altera As Leis nos 6.938, de 31 de Agosto de 1981, 9.393, de 19 de Dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de Dezembro de 2006; Revoga As Leis nos 4.771, de 15 de Setembro de 1965, e 7.754, de 14 de Abril de 1989, e A Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de Agosto de 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, DF, 2006.

CARRELA, C. E. Rio Tietê: São Paulo-Brasil. In: MACHADO, A.T.G.M. **Revitalização dos rios no mundo.** Belo Horizonte: Instituto Guaicury, p. 62-72, 2010.

CECCA/FNMA. **Uma cidade numa ilha: relatório sobre os problemas sócio ambientais da Ilha de Santa Catarina.** Ed. Insular, Florianópolis, 1997.

CHAMPS, J. R. Projeto Switch, apud MACHADO, In: MACHADO, A.T.G.M. **Revitalização de rios no mundo.** Belo Horizonte: Instituto Guaicury, p. 89-118, 2010.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL). **Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe,** 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA).
Resolução N° 357, de 7 de abril de 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA).
Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (CONSEMA).
Decreto N° 14.675, de 13 de abril de 2009.

CRAVO, L.J.A. **Políticas Públicas de uso e ocupação do solo urbano: Os planos diretores e a estruturação do bairro do Itacorubi, em Florianópolis/SC.** Dissertação de mestrado, Centro Tecnológico. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

CRAVO, L.J.A; ROSSETTO, A.M.; STORCH, A.C.S. **Perspectivas de uma comunidade: O Morro do Quilombo, em Florianópolis, Brasil.** In: Seminário URBFAVELAS. Rio de Janeiro - RJ - Brasil, 2016.

CRESPO, S.; LAROVERE, A.L.N. **Projeto GEO Cidades: Relatório Ambiental Urbano Integrado: Informe GEO: Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Consórcio Parceria 21, 2002.

FARIAS, A.R.; MINGOTI, R.; VALLE, L.B.; SPADOTTO, C.A.; FILHO, E.L. **Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil.** Embrapa. ISSN 2317-8787. Campinas - SP, 2017.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor Municipal,** 2014.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Plano Integrado de Saneamento Básico,** 2009. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/infraestrutura/index.php?cms=plano+integrado+de+saneamento+basico>>. Acesso em: 1 agosto 2018.

FÓRUM DA BACIA DO ITACORUBI. Página do Facebook. Disponível em: <<https://business.facebook.com/pg/ForumDaBaciaDoItacorubi/posts/>>. Acesso em: 22 outubro 2018.

FREITAS, L.S.; SILVA, J.C.; OLIVEIRA, R.S. **A falta de saneamento e o impacto ambiental em rios urbanos**. XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. Universidade do Vale do Paraíba, 2016.

FUZINATTO, C.F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na Ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o Índice de Qualidade de Água**. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC, 2009.

GARCIAS, C.M.; AFONSO, J.A.C. **Revitalização de Rios Urbanos**. *Revista eletrônica de gestão e tecnologias ambientais*. v. 1, n.1, pp 131-144, 2013.

GONÇALVES, M. **Ampliação do sistema de esgoto insular de Florianópolis vai beneficiar 225 mil pessoas**. Notícias do Dia, Florianópolis, 10 maio 2018. Disponível em: <<https://ndonline.com.br/florianopolis/noticias/ampliacao-do-sistema-de-esgoto-insular-de-florianopolis-vai-beneficiar-225-mil-pessoas>>. Acesso em 10 agosto 2018.

GOONETILLEKE, A.; THOMAS, E.; GINN, S.; GILBERT, D. **Understanding the role of land use in urban stormwater quality management**. *Journal of Environmental Management*, v.1, n.74, p. 31-42, 2005.

GONÇALVES, F. B. **Disposição oceânica de esgotos sanitários**. ABES. Rio de Janeiro, 1997.

HALES, D.; PRESCOTT-ALLEN, R. **Vôo cego: avaliação do progresso rumo à sustentabilidade**. In: ESTY, D. C.; IVANOVA, M. H. (Orgs.). *Governança ambiental global: opções e oportunidades*. Tradução de Assef Nagib. São Paulo: Senac São Paulo, 2005. p. 39-62.

IBGE. **Censo demográfico, 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/educacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=resultados>>. Acesso em 10 agosto 2018.

INSTITUTO MANGUE VIVO. **Manguezal urbano do Itacorubi, em Florianópolis, é 2º maior do Brasil**, 24/09/2013. Disponível em: <<http://floripamanha.org/2013/09/manguezal-urbano-do-itacorubi-em->

florianopolis-e-2o-maior-do-brasil/>. Acesso em 03 agosto 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento Básico – 100 Maiores Cidades do Brasil**, 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2018>>. Acesso em 16 julho 2018.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS (IPUF). **Atlas do Município de Florianópolis**. Florianópolis, 2004.

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de pesquisa. n. 118, pp. 189-205, 2003.

MARICATO, E. **Conhecer para resolver a cidade ilegal**. In: Belo Horizonte, pp. 78-96, 2003.

MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil**. São Paulo: Vozes, 2011.

MARTOS, H. L.; MAIA, N. B. **Indicadores Ambientais**. Sorocaba. Esalq USP. 1997. 266 p.

MASUTTI, M.B.; PANITZ, C.M.N.; PEREIRA, N.C.; TESTA, C.; TORRES, M.; TRIBBES, T.; WILHELM, D. **Metais pesados e alterações nas defesas antioxidantes no marisco-do-mangue (*Mytella guianensis*) como indicadores da contaminação do manguezal do Itacorubi (Florianópolis – SC)**. In: Anais da XI Semana Nacional de Oceanografia, pp: 255-257, Rio Grande, 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Atlas dos manguezais do Brasil**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília, 2018.

NOVOTNY, V. **Unit pollutant loads: their fit in abatement strategies**. Water Environment & Technology, vol.4, no 1, pp. 40-43, Janeiro, 1992.

NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. **Cobertura vegetal em áreas urbanas – conceito e método**. Revista GEOUSP n° 6. p. 29, 1999.

NÚCLEO DE DEFESA DA MATA ATLÂNTICA. **Programa Floresta Legal Mata Atlântica: principais regras da Lei n.o 11.428/06** / 84

Ministério Público do Estado da Bahia. Núcleo de Defesa da Mata Atlântica. - Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia, 2015.

OLIVEIRA, C.P.L. & PANITZ, C.M.N. 2003. **Evolutionary aspects of Itacorubi Mangrove identified with photo interpretation and field surveys.** Disponível em: <<http://www.cartografia.cl/download/cesarlopes>>. Acesso em 15 agosto 2018.

OLIVEIRA, F. R. *et al.* **Análise da fragmentação da paisagem da bacia hidrográfica do Alto São Bartolomeu como subsídio ao modelo Pressão – Estado – Resposta.** Espaço & Geografia, Brasília, v. 17, n. 1, pp. 207-234, 2014. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/espacoegeografia/index.php/espacoegeografia/article/view/319/207>>. Acesso em: 20 julho 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatório sobre a população mundial 2014.** Fundo de População das Nações Unidas – Unfpa. 2014.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OCDE). **Using the Pressure – State – Response model to develop indicators of sustainability: OECD framework for environmental indicators,** 2002. Disponível em: <<https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>>. Acesso em: 22 julho 2018.

PAGLIOSA, P.R. **Variação espacial nas características das águas, dos sedimentos e da macrofauna bêntica em áreas urbanas e em unidades de conservação na Baía da Ilha de Santa Catarina.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil, 2004.

PEREIRA, O. *et al.* **Caracterização do manguezal do rio Itanhaém, litoral sul do estado de São Paulo.** In XV Simpósio de ecossistemas Brasileiros, 1998.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Projeto Geo Cidades: Relatório ambiental urbano integrado - Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS.

Geoprocessamento Corporativo, 2014. Disponível em: < <http://geo.pmf.sc.gov.br>>. Acesso em: 3 outubro 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Plano Diretor Municipal de 2014**, 2014.

ROLO, D.A.M.O.; GALLARDO, A.L.C.F.; RIBEIRO, A.P. **Revitalização de rios urbanos promovendo adaptação às mudanças climáticas baseada em ecossistemas: quais são os entraves e as oportunidades?** XVII ENANPUR. Desenvolvimento, Crise e Resistência: Quais os caminhos do planejamento urbano e regional? São Paulo, 2017.

SANTA CATARINA. **Legislação sobre Recursos Hídricos**. Governo do Estado de Santa Catarina / Editora Universitária UNISUL. Tubarão, SC. 96p, 1998.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SIMINSKI, A; FANTINI, A.C. **A Mata Atlântica cede lugar a outros usos da terra em Santa Catarina, Brasil**. Biotemas, 23 (2): 51-59, 2010.

SILVA, F.S.; LAUT, V.M.; LAUT, L.L.M.; FIGUEIREDO JR., A. G.; BONETTI, C.; VIANA, L.G. & CRAPEZ, M.A.C. **Avaliação da qualidade ambiental em sedimentos superficiais do estuário do Itacorubi, Baía Norte (SC), utilizando a relação granulometria e atividade respiratória bacteriana**. In: Anais do X Congresso da Associação Brasileira de Estudos Quaternários, pp. 1-3, Guarapari - ES, 2005.

SORIANO-SIERRA, E.J. **Fluxos de maré e interferências antropogênicas à hidrodinâmica, no espaço funcional de um Manguezal naturalmente estressado**. In: E.J. Soriano-Sierra & B. Sierra de Ledo (eds.), pp. 269-288. Ecologia e Gerenciamento do Manguezal de Itacorubi. NEMAR/CCB/UFSC, SDM/FEPEMA, Florianópolis, 1998.

SOVERNIGO, M.H. **Manguezal do Itacorubi (Florianópolis): uma revisão da disponibilidade de dados ecológicos visando o direcionamento de novos estudos**. Oecologia Brasiliensis. 13(4): pp. 575-595, 2009.

SEPE, P.M; PEREIRA, H.M.S.B; BELLENZANI, M.L. **O novo Código Florestal e sua aplicação em áreas urbanas: uma tentativa de superação de conflitos?** 3º Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. A dimensão ambiental da Cidade. UFPA - Belém, 2014.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. Departamento Regional do Estado do Paraná. **Observatório Regional Base de Indicadores de Sustentabilidade.** Construção e Análise de Indicadores. Curitiba, 2010.

TRIBESS, T.; TORRES, M.A.; TESTA, C.P.; WILHELM FILHO, D. **Antioxidant defenses in the mangrove mussel *Mytella guyanensis*.** In: Anais da XIII Reunião anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental – FESBE, pp: 410-410, Caxambu - MG, 1998.

TORRES, M.A.; TESTA, C.P.; GÁSPARI, C.; MASUTTI, M.B.; PANITZ, C.M.N.; CURI-PEDROSA, R.; DE ALMEIDA, E.A.; MASCIO, P.D. & WILHELM FILHO, D. **Oxidative stress in the mussel *Mytella guyanensis* from polluted mangroves on Santa Catarina Island, Brazil.** *Marine Pollution Bulletin*, pp. 923-932, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2002.

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

TUCCI, C. E. M. **Gestão da Drenagem Urbana** - IEPA - CEPAL, 2012.

UNIÃO FLORIANOPOLITANA DE ENTIDADES COMUNITÁRIAS (UFECO). **Bacia do Itacorubi cria Fórum.** Disponível em: < <http://www.ufeco.org.br/index.php?mod=pagina&id=303>>. Acesso em 20 outubro 2018.

VARJABEDIAN, R. **Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental.** Gestão e Estudos Ambientais. vol.24 no.68. São Paulo, 2010.

WEINGERTNER P. **Rio Reno, Suíça, França, Alemanha e Holanda.** In: MACHADO, A.T.G.M. Revitalização de rios no mundo. Belo

Horizonte: Instituto Guaicury. p. 277-290, 2010.

WILHELM, D.F.; PANITZ, C.M.N. & MASUTTI, M.B. **Metals in *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1891) from Itacorubi and Ratoles Mangroves (Santa Catarina Island, Brazil)**. *In*: Anais da Mangrove 2000, Sustentabilidade de estuários e manguezais: desafios e perspectivas. Recife, PE, 2000.

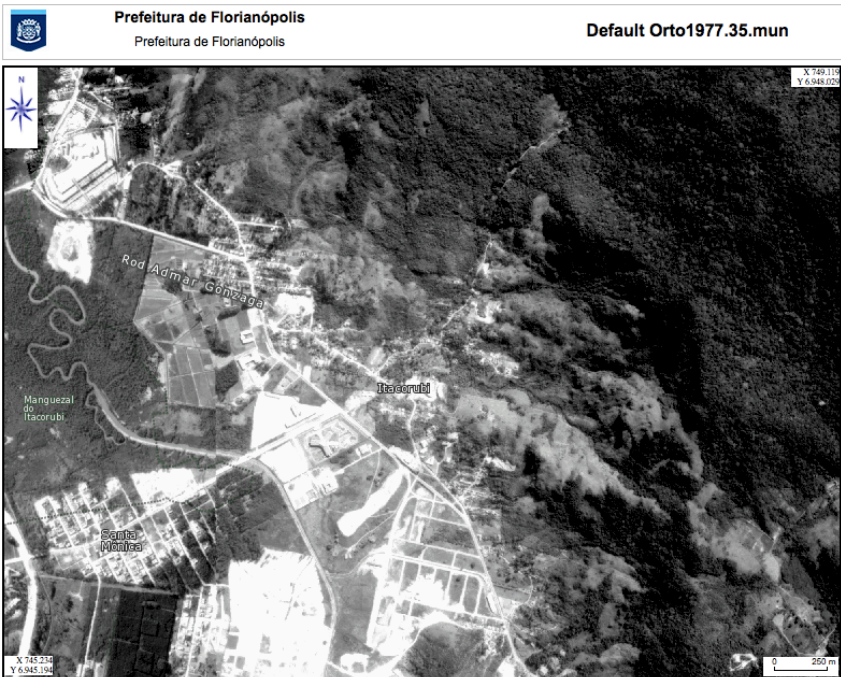
APÊNDICES

APÊNDICE A - Imagem aérea do Itacorubi em 1938



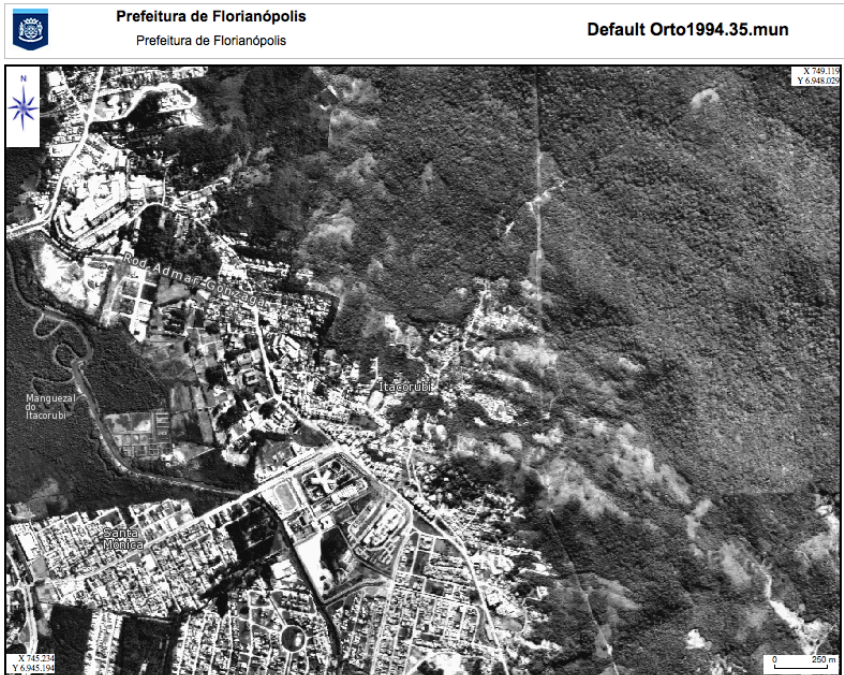
Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis (2018)

APÊNDICE B - Imagem aérea do Itacorubi em 1977



Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis (2018)

APÊNDICE C - Imagem aérea do Itacorubi em 1994



Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis (2018)

APÊNDICE D - Ortofoto do Itacorubi em 2016



Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis (2018)

**APÊNDICE E - Entrevistas em nove condomínios da Rodovia
Amaro Antônio Vieira**

<p>Entrevista 1 Data: 27/06/18</p> <p>1) O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto? Resposta: Não.</p> <p>2) Qual o tipo de tratamento é utilizado? Resposta: Tratamento coletivo.</p> <p>3) O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi? Resposta: Sim.</p> <p>4) Existe algum tipo de fiscalização do tratamento de esgoto? Resposta: Sim.</p>	<p>Entrevista 2 Data: 27/06/18</p> <p>1) O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto? Resposta: Não.</p> <p>2) Qual o tipo de tratamento é utilizado? Resposta: Caminhão limpa-fossa.</p> <p>3) O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi? Resposta: Não.</p> <p>4) Existe algum tipo de fiscalização do tratamento de esgoto? Resposta: Sim.</p>
--	---

<p>Entrevista 3 Data: 02/07/18</p> <p>1) O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto? Resposta: Não.</p> <p>2) Qual o tipo de tratamento é utilizado? Resposta: Tratamento coletivo.</p> <p>3) O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi? Resposta: Sim.</p> <p>4) Existe algum tipo de fiscalização do tratamento de esgoto? Resposta: Sim.</p>	<p>Entrevista 4 Data: 02/07/18</p> <p>1) O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto? Resposta: Não.</p> <p>2) Qual o tipo de tratamento é utilizado? Resposta: Caixa de inspeção, aeradores, filtro e caixa de saída.</p> <p>3) O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi? Resposta: Sim.</p> <p>4) Existe algum tipo de fiscalização do tratamento de esgoto? Resposta: Sim. Porém, o sistema tem apresentado alguns problemas ultimamente (sobrecarga).</p>
--	--

<p>Entrevista 5 Data: 02/07/18</p> <p>1) O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto? Resposta: Não.</p> <p>2) Qual o tipo de tratamento é utilizado? Resposta: Caminhão limpa-fossa.</p> <p>3) O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi? Resposta: Não.</p> <p>4) Existe algum tipo de fiscalização do tratamento de esgoto? Resposta: Sim.</p>	<p>Entrevista 6 Data: 11/07/18</p> <p>1) O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto? Resposta: Não.</p> <p>2) Qual o tipo de tratamento é utilizado? Resposta: Tratamento coletivo.</p> <p>3) O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi? Resposta: Sim.</p> <p>4) Existe algum tipo de fiscalização do tratamento de esgoto? Resposta: Sim.</p>
---	--

<p>Entrevista 7 Data: 11/07/18</p> <p>1) O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto? Resposta: Não.</p> <p>2) Qual o tipo de tratamento é utilizado? Resposta: Caixa de inspeção, aeradores, filtro, caixa de saída e rede de drenagem.</p> <p>3) O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi? Resposta: Sim.</p> <p>4) Existe algum tipo de fiscalização do tratamento de esgoto? Resposta: Sim.</p>	<p>Entrevista 8 Data: 11/07/18</p> <p>1) O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto? Resposta: Não.</p> <p>2) Qual o tipo de tratamento é utilizado? Resposta: Tratamento coletivo.</p> <p>3) O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi? Resposta: Sim.</p> <p>4) Existe algum tipo de fiscalização do tratamento de esgoto? Resposta: Sim.</p>
--	--

Entrevista 9

Data: 11/07/18

1) O condomínio está ligado à rede coletora de esgoto?

Resposta: Não.

2) Qual o tipo de tratamento é utilizado?

Resposta: Tratamento coletivo.

3) O condomínio lança os efluentes tratados em rede pluvial que deságua no córrego do Itacorubi?

Resposta: Sim.

4) Existe algum tipo de fiscalização do tratamento de esgoto?

Resposta: Sim.