

**ESTRATÉGIAS PARA GERENCIAR AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
INTEGRADAS À CONSERVAÇÃO FLORESTAL, RECURSOS HÍDRICOS E
AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM CARAGUATATUBA-SP.**

JOSÉ GERALDO RABELO DE ARAUJO¹, FRANCISCO FABBRO NETO²,
DAIANA TABOSA ROCHA³

¹ Graduando em Bacharelado em Engenharia Civil, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, j.rabelo@aluno.ifsp.edu.br.

² Professor, Dr. °, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, ffneto@ifsp.edu.br.

³ Professora, M.e., IFSP, Câmpus Caraguatatuba, Daiana.tabosa@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento: Aspectos Físico-Ambientais do Planejamento Urbano e Regional - 6.05.03.06-8

RESUMO: A pesquisa tem como objetivo propor diretrizes para o Plano Diretor de Caraguatatuba e com base nas infraestruturas verdes minimizar os impactos hídricos decorrentes da ineficiência do sistema de drenagem, o local de estudo é o bairro Pontal de Santa Marina, os dados para pesquisa foram obtidos através de levantamentos bibliográficos, tais como artigos científicos, dissertações e livros, além de arquivos disponibilizados pela prefeitura municipal. A área de estudo apresenta baixa declividade, sistema de drenagem subdimensionado, assoreamento das valetas de drenagem além de um estrangulamento na seção do Ribeirão da Lagoa, durante visita vários pontos de água parada foram identificados e muita areia sobre o pavimento permeável. As soluções encontradas são o desassoreamento das valetas de infiltração, a criação de bacias de retenção, sistema de drenagem lateral e a manutenção da pavimentação permeável.

PALAVRAS-CHAVE: drenagem urbana, drenagem sustentável, inundações, enchentes, conectividade ecológica.

1. INTRODUÇÃO

As interações humanas, fizeram surgir as primeiras comunidades. E o crescimento do ecossistema urbano alterou as relações do ser humano com a natureza, tornando-as mais complexas, além de modificar excessivamente a biosfera (DIAS, 2004).

Segundo a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, no capítulo VI, art. 225, todos devem desfrutar do meio ambiente ecologicamente equilibrado e da qualidade de vida ofertada por ele, por isso é dever de todos preservar (BRASIL, 1988).

A infraestrutura verde tem a função de manter os valores e funções ecológicas, com benefícios para a população, animais, conservando o ar e a água limpos, através de áreas verdes naturais ligados umas às outras (FRANCO, 2010). Deste modo os corredores ecológicos unem porções de terra, protegem os organismos ao circularem entre as

manchas e servem de lar temporário ou definitivo para espécies menos exigentes (ALMEIDA NETO; LIMA; BRAGANÇA, 2018).

Na Lei Federal N° 9.985/2000 que institui o SNUC, corredores ecológicos são: “[...] porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas” (BRASIL, 2000).

A conectividade estrutural considera os aspectos físicos da paisagem enquanto a conectividade funcional prevê uma ligação bem estruturada com base no comportamento animal, assegurando existência das espécies (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007).

Quanto aos recursos hídricos, a drenagem tradicional retira imediatamente as águas pluviais das cidades através de sistemas interligados. Favorece a escassez hídrica, pois capta rapidamente o escoamento superficial e os reservatórios subterrâneos não são devidamente abastecidos (BEZERRA et al., 2020).

Após fortes chuvas é comum que ocorra o transbordamento dos cursos d'água, entretanto em áreas urbanizadas o transbordamento é agravado pelas modificações antrópicas, canalizações de drenagem obstruídas e obras inadequadas (POMPÊO, 2000).

2. MEDIDAS COMPENSATÓRIAS DE DRENAGEM URBANA

Com o aumento do escoamento superficial e saturação dos sistemas de drenagem, as técnicas compensatórias retêm e infiltram as águas pluviais, reduzindo os danos do escoamento superficial (LUCAS et al., 2015).

Segundo Tucci (2005) as inundações são controladas por medidas estruturais relacionadas às modificações nos leitos dos rios e na bacia hidrográfica para reduzir as chances de alagamentos; e medidas não-estruturais relacionadas à forma com que a população lida com as enchentes e criação de medidas preventivas. A drenagem sustentável, reduz o escoamento superficial com a infiltração (BEZERRA et al., 2020).

2.1 MEDIDAS COMPENSATÓRIAS ESTRUTURAIS

2.1.1 PAVIMENTOS PERMEÁVEIS E SEMIPERMEÁVEIS

Os pavimentos permeáveis são dispositivos que favorecem a infiltração da água no solo (TUCCI; GOLDENFUM; ARAÚJO, 2000). Simulados os efeitos da chuva sobre o solo compactado, os bloquetes intertravados aumentam em 22% o coeficiente de escoamento do solo de 0,66 (TUCCI; GOLDENFUM; ARAÚJO, 2000).

O pavimento permeável deve ser instalado em calçadas, estacionamentos e ruas de pouco tráfego, manutenções são necessárias para evitar o acúmulo de materiais finos que se depositam com o tempo e fazem com que o piso fique colmatado (TUCCI, 2005).

2.1.2 BACIAS DE DETENÇÃO

Bacias de retenção armazenam por um período a precipitação para rearranjar as águas das chuvas, reduzir as vazões escoadas e promover ou não que elas infiltrem totalmente no solo sem que haja contribuição para o escoamento (CASTRO, 2002).

A bacia pode infiltrar parte das águas no solo e rearranjar temporariamente as vazões. Podem ser preenchidas permanentemente com água, mas também podem ser secas e enchem mediante as precipitações (CASTRO, 2002).

2.1.3 DISPOSITIVO DE DRENAGEM LATERAL

Os dispositivos de drenagem lateral, comumente chamados de valas ou valetas de infiltração, normalmente são empregados paralelamente as ruas, avenidas, estacionamentos e condomínios, a fim de captar as águas do escoamento superficial e aumentar a taxa de infiltração de água no solo por toda sua extensão e deste modo, reduzir o escoamento superficial e os picos de vazão urbana (TUCCI, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa tem por objetivo apresentar orientações para o Plano Diretor de Caraguatatuba. O foco principal da pesquisa é minimizar os conflitos hídricos através da conservação florestal.

Os dados necessários, foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica sobre o uso de áreas verdes e estratégias para solucionar a insuficiência de drenagem urbana, além da análise de arquivos disponibilizados pela prefeitura da Estância Balnearia de Caraguatatuba. Segundo Severino (2010), a pesquisa bibliográfica é realizada com base em fontes já existentes. De caráter aplicado, segundo Prodanov e Freitas (2013), busca solucionar um problema específico através de estudos para a obtenção de novos conhecimentos que possibilitem a aplicação prática, levando em conta os saberes e interesses locais.

4. ANÁLISE DE DADOS

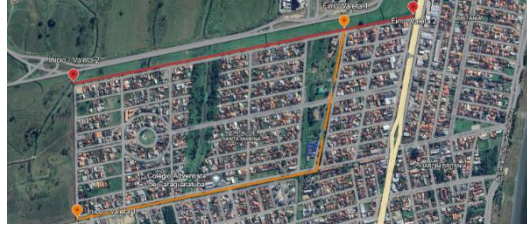
Devido ao transbordamento do Rio Juqueriquerê, os bairros circundantes enfrentam problemas significativos de inundação, afetando diversas áreas residenciais (FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS, R2 – FUNDESPA, 2016).

Segundo o "Relatório R4 - Estudos Jurídicos e Institucionais", FUNDESPA (2016), o bairro Pontal de Santa Marina tem loteamentos aprovados e estabelecidos.

De acordo com o "Relatório R6 – Diagnóstico da Situação Atual, Estudos da Oceanografia e Diagnóstico Ambiental", FUNDESPA (2016), o loteamento foi construído sobre brejo e resulta em uma área de aproximadamente 960.000 m². O bairro é drenado por duas valetas laterais, uma drena parte das águas do Balneário dos Golfinhos

e se conecta à segunda valeta que se inicia no Pontal de Santa Marina e segue paralela à Av. Sgt. Raul Fernandes Neves Neto, figura 01 (FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS, R6 – FUNDESPA, 2016).

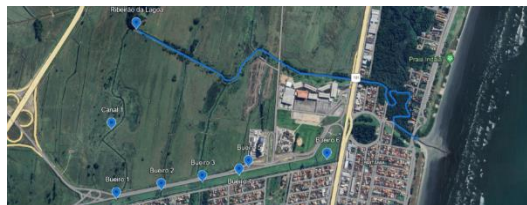
FIGURA 01. Traçado das valetas 01 e 02 que drenam o Pontal de Santa Marina



Fonte: Google Earth (2023), adaptado de FUNDESPA “Relatório R6” (2016).

Os bueiros, figura 02, deveriam conduzir as águas da valeta 02 até o Ribeirão da Lagoa, mas estão com a declividade invertida (FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS, R6 – FUNDESPA, 2016).

FIGURA 02. Bueiros, canal 01 e o Ribeirão da Lagoa.



Fonte: Google Earth (2023), adaptado de FUNDESPA “Relatório R6” (2016).

A vazão do Ribeirão é prejudicada pelo estrangulamento das pontes que passam sob a Rodovia Rio Santo (BR-101), o trecho mais recente à montante tem largura de 19,40m, a jusante o mais antigo tem 9,0m, logo em seguida, ao lado existe uma terceira ainda menor, medindo 6,0m de largura (FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS, R6 – FUNDESPA, 2016).

Devida a drenagem insuficiente, dimensionamento inadequados das travessias sob a BR-101 e o escoamento lento do canal 1, gera uma área de inundação frequente com cerca de 140.000m², figura 03 (FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS, R6 – FUNDESPA, 2016).

FIGURA 03. Mancha de inundação mais frequente do Ponta de Santa Marina.



Fonte: Google Earth (2023), adaptado de FUNDESPA “Relatório R6” (2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos dados, ficou constatado a deficiência de drenagem no bairro e de acordo com as soluções pesquisadas durante o levantamento bibliográfico, a implantação de bacias de retenção para receber o remanso do Ribeirão da Lagoa, o desassoreamento das veletas, a manutenção do pavimento permeável e a implantação do sistema de drenagem lateral, tendem a solucionar os problemas de drenagem enfrentados no local, proporcionando melhor qualidade ecológica e de vida para os moradores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos apresentam grande potencial de resolver os problemas locais, entretanto espera-se maior empenho dos órgãos da administração pública da cidade de Caraguatatuba e o desenvolvimento de novos estudos que venham contribuir para o avanço da cidade no que diz respeito a drenagem urbana e conservação ecológica. Aos interessados, em complemento a esta pesquisa, sugere-se o estudo experimental para caracterização do solo do bairro Pontal de Santa Marina e determinação de suas propriedades no que diz respeito ao tempo de absorção de água.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, João Garcia de; LIMA, Fabrício Wantoil; BRAGANÇA, Nathália Lima. **A Conectividade Ecológica E O Novo Código Florestal Brasileiro**. Revista Jurídica, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 89-110, 4 jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.29248/2236-5788.2018v18i1.p89-110>. Acesso em: 03 maio 2023.
- BENINI, Sandra Medina. **Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana: estudo de caso da cidade de tupã/sp**. 2015. 220 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/123900>. Acesso em: 12 maio 2023.
- BEZERRA, M.C.L.; et.al. **Simulação de técnicas de infraestrutura verde de drenagem urbana para captação do escoamento superficial**. R. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 16, n. 40, p. 1-16, abr/jun. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/9430>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- BRASIL. [Constituição (1998)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: 6 abr. 2023.
- CASTRO, Leonardo Mitre Alvim de. **Proposição de indicadores para a avaliação de sistemas de drenagem urbana**. 2002. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em: https://www.smarh.eng.ufmg.br/diss_defesas_detalhes.php?aluno=54. Acesso em: 17 maio 2023.
- DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004. 550 p.
- FORERO-MEDINA, German; VIEIRA, Marcus Vinícius. **Conectividade funcional e a importância da interação paisagem-organismo**. Oecologia Brasiliensis, [S. L.], p. 493-502,

2007. Trimestral. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/5690>. Acesso em: 04 maio 2023.

FRANCO, M. de A. R. **Infraestrutura Verde em São Paulo: o caso do Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos**. Revista LABVERDE, [S. l.], n. 1, p. 135-154, 2010. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.v0i1p135-154. Disponível em:

<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61284>. Acesso em: 17 abr. 2023.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS – FUNDESPA (São Paulo). Fundespa. **Plano de Drenagem de Caraguatatuba - Fase II Bacia do Rio Juqueriquerê: Relatório R2 - coleta de dados, estudos e inspeções de campo**. São Paulo: Fundespa, 2016. 48 p.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS – FUNDESPA (São Paulo). Fundespa. **Plano de Drenagem de Caraguatatuba - Fase II Bacia do Rio Juqueriquerê: Relatório R4 - estudos jurídicos e institucionais**. São Paulo: Fundespa, 2016. 22 p.

FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS – FUNDESPA (São Paulo). Fundespa. **Plano de Drenagem de Caraguatatuba - Fase II Bacia do Rio Juqueriquerê: Relatório R6 - diagnóstico da situação atual, estudos de oceanografia e diagnóstico ambiental**. São Paulo: Fundespa, 2016. 48 p.

LUCAS, Alessandro Hirata; SOBRINHA, Loide Angelina; MORUZZI, Rodrigo Braga; BARBASSA, Ademir Paceli. **Avaliação da construção e operação de técnicas compensatórias de drenagem urbana: o transporte de finos, a capacidade de infiltração, a taxa de infiltração real do solo e a permeabilidade da manta geotêxtil**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 17-28, mar. 2015. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/127379>. Acesso em: 08 maio 2023.

MIDÃO, Julia de Oliveira et al. **Infraestrutura verde e azul na mitigação de cheias urbanas: um estudo de caso em marechal hermes**. Paisagens Híbridas, [S.I.], v. 3, n. 1, p. 14-45, 2023. Semestral. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/ph/article/view/57551/31356>. Acesso em: 02 maio 2023.

PINTO, Liliane Lopes Costa Alves. **O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-31082011-160233/en.php>. Acesso em: 10 maio 2023.

POMPÊO, Cesar. **Drenagem Urbana Sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000. Trimestral. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=46&SUMARIO=656&ST=drenagem_urbana_sustentavel. Acesso em: 05 abr. 2023.

SHINZATO, Paula. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. 2009. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-26032010-160951/pt-br.php>. Acesso em: 24 abr. 2023.

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

TUCCI, Carlos; GOLDENFUM, Joel; ARAUJO, Paulo. **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 21-29, 2000. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=44&SUMARIO=643&ST=avaliacao_da_eficiencia_dos_pavimentos_permeaveis_na_reducao_de_escoamento_superficial. Acesso em: 15 maio 2023.