



USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO ANTRÓPICA NA BACIA DO RIO LINHA ANTA

Vanildo Rodrigues¹ ; Fernando Gerondina Leonardo²; Hugo Schwalm³; Álvaro José Back⁴ & Alan Sezara de Souza⁵

RESUMO – A urbanização tem como consequências impactos negativos na drenagem das bacias hidrográficas. Este estudo teve como objetivo realizar a avaliação temporal das alterações que ocorreram em um segmento da bacia do Rio Linha Anta utilizando de ferramentas de sensoriamento remoto. Foram utilizadas as fotografias aéreas, ortofotos e imagens de satélite do Google Earth Pro™, entre os períodos de 1957 a 2022. Os elementos de estudo foram obtidos através de fotointerpretação realizada para identificar alterações do leito do rio, vegetação, urbanização, extensão do rio antes e depois da execução da canalização. Constatou-se uma retificação do rio que apresentava na condição natural um índice de sinuosidade de 44%. Foram apresentados os dados de áreas de Preservação Permanente - APP, áreas úteis para ocupação, às intervenções e aplicabilidades da legislação vigente.

ABSTRACT– Urbanization has negative consequences on the drainage of watersheds. This study aimed to carry out a temporal evaluation of the changes that occurred in a segment of the Linha Anta River basin using remote sensing tools. Aerial photographs, orthophotos and satellite images from Google Earth Pro™ were used, between the periods from 1957 to 2022. The study elements were obtained through photointerpretation carried out to identify changes in the river bed, vegetation, urbanization, river extension before and after running the channel. A rectification of the river was found, which in its natural condition had a sinuosity index of 44%. Data from Permanent Preservation Areas - APP, useful areas for occupation, interventions and applicability of current legislation were presented.

Palavras-Chave – Fotointerpretação; Imagens aéreas; ocupação antrópica

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas foi observado em várias regiões brasileiras um processo acelerado de urbanização. Tucci (2015) destacou que o processo de urbanização acelerado tornou inadequada a infraestrutura das cidades, sendo os efeitos sentidos no abastecimento de água, transporte e

1) Engenheiro Agrimensor, Mestre em Ciências Geodésicas, Professor da Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), Avenida Universitária 1105, Bairro Universitário, Criciúma-SC, fone 048 3431 2567, e-mail: vro@unesc.net;

2) Acadêmico Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), e-mail: fernandoseg1981@gmail.com;

3) Engenheiro Agrimensor, Mestre em Ciências Ambientais, Professor da Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), Avenida Universitária 1105, Bairro Universitário, Criciúma-SC, fone 048 3431 2567, e-mail: hsc@unesc.net;

4) Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia, pesquisador da Epagri, Professor da Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), e-mail: alvarojoseback@gmail.com

5) Engenheiro Agrimensor, Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc), e-mail: alan.sezara@hotmail.com.



tratamento de esgoto doméstico, drenagem urbana e controle de cheias. No processo de urbanização ocorrem transformações antrópicas das paisagens, que juntamente com modificações naturais provocam alterações no meio ambiente. Ladeira (2012) afirma que a ação antrópica leva a alterações no perfil de solo natural, muitas vezes criando camadas de diferentes materiais que podem variar significativamente, seja em espessura, seja em composição, seja em distribuição geográfica.

A urbanização tem como consequências o aumento da impermeabilização, que por sua vez implica em maior escoamento superficial e aumento das vazões de cheias (Tucci, 2015). Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia o escoamento da água precipitada o mais rápido possível para fora da área projetada. Este critério aumenta de algumas ordens de magnitude as vazões máximas, a frequência e o nível de inundação de áreas a jusante (SUDERHSA, 2002).

A retificação e canalização são as medidas estruturais adotadas com maior frequência na drenagem urbana. Assumpção e Marçal (2012) destacam que são muitos os benefícios dessas obras para as regiões onde são realizadas. No entanto, vários autores apontam inúmeros impactos negativos destacando como a perda de sinuosidade do canal, modificações no padrão de drenagem, alterações no regime das descargas, no padrão de escoamento, na velocidade dos fluxos, elevação dos picos de descargas nos tributários, bem como aumento da carga de sedimentos, diminuição da rugosidade do leito, aumento da erosão nos afluentes, ocasionado pelo abaixamento do nível de base, além da perda ou destruição de habitats naturais, da mata ciliar e de mangues, entre outros impactos (Keller, 1978; Brookes, 1988; Cunha, 1995).

Com o avanço da tecnologia em mapeamento, surgiu o Sensoriamento Remoto, técnica que permite fornecer dados sobre uma determinada região ou objeto, sem ter contato direto com eles (Simonett, 1983). Chuerubim e Pavanin (2013) destacam que a utilização de Geotecnologias como o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento contribuem para que possamos identificar, caracterizar e mapear diferentes tipos de uso e ocupação do solo.

De acordo com Loch e Erba (2007) a fotogrametria permite a determinação de distancias, elevações, volumes, e a fotogrametria interpretativa utiliza como método o reconhecimento através de padrões como: objetos, formas comprimentos, cor, texturas, entre outros. Gianuca e Tagliani (2012) afirmam que uso do geoprocessamento possuem uma vasta gama de aplicações, gerando subsídios para ações de manejo e planejamento ambiental e para diagnosticar alterações na paisagem e conflitos de uso do solo.



Uma importante contribuição do sensoriamento remoto aliado ao geoprocessamento é identificação de usos do solo e identificação de conflitos de uso com as aptidões de uso ou as definições legais, como áreas de preservação permanente (APP). Neste sentido Borges e Rezende (2011) comentam que as APP se referem às áreas que devem ser mantidas intocadas, tanto em propriedades públicas, privadas, quanto no interior de cidades.

Este estudo teve como objetivo realizar a avaliação temporal das alterações que ocorreram em um segmento da bacia do Rio Linha Anta utilizando de ferramentas de sensoriamento remoto.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está inserida na microbacia Rio Linha Anta, pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga. Esta microbacia apresenta área de drenagem de 48,08 km² drenando 11 bairros do município de Criciúma (Valvassori e Alexandre, 2012).

Para o estudo foi selecionado um segmento entre a Rua São Cristóvão e Rodovia SC-443, Bairro Linha Anta, Criciúma/SC, cujas coordenadas dos vértices no Sistema UTM, Datum SIRGAS-2000 constam na Tabela 1 e sua localização pode ser visualizada na Figura 1.

Tabela 1 – Dados de Localização

Lados		Azimute (UTM)	Distância (UTM) Metros	COORDENADAS UTM	
Vértices	Vértices			N Metros	E Metros
V1	V2	268°33'54"	233,92	6.826.664,089	669.073,301
V2	V3	180°05'30"	274,74	6.826.658,230	668.839,449
V3	V4	61°09'47"	269,90	6.826.383,492	668.839,009
V4	V1	359°19'23"	150,63	6.826.513,472	669.075,081

A delimitação da área de estudo foi realizada por meio de fotointerpretação, utilizando-se de foto aérea do ano de 1957 número 3714, com escala 1: 25.000 (Figura 2a). Esta foto mostra a região ainda desocupada demograficamente, sem presença de edificações, pouca infraestrutura viária e sem urbanização

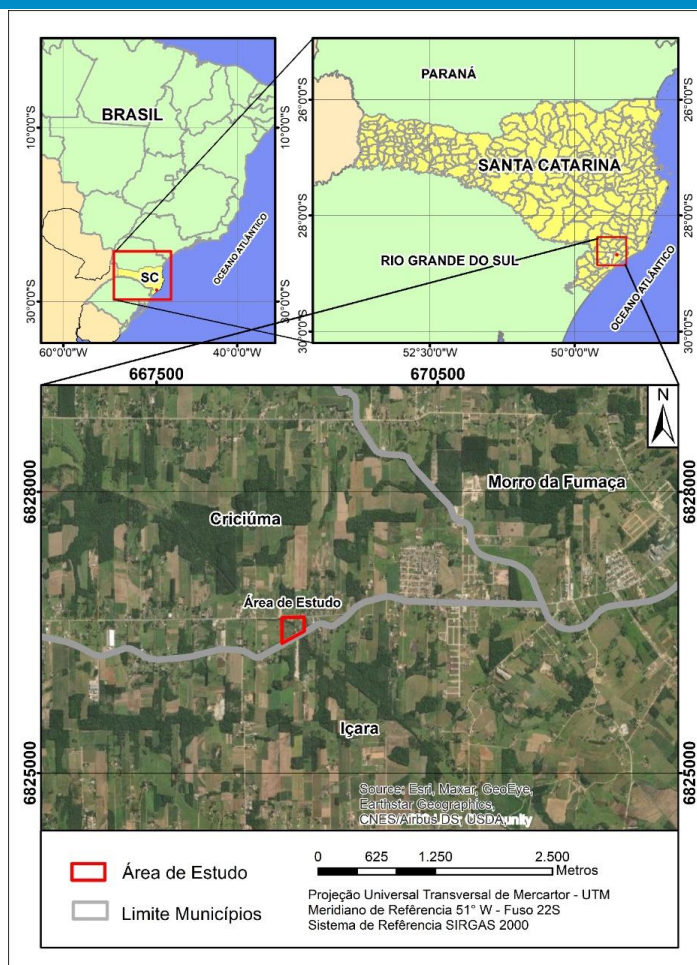


Figura 01 – Localização da Área de Estudo

Para o estudo da evolução temporal do Rio Linha Anta, foram utilizadas fotos aéreas adquiridas do Portal de Serviço do Poder Executivo de Santa Catarina, Ortofotos (SDS, 2013) e imagens de satélite adquiridas junto ao software Google Earth Pro™. As imagens utilizadas foram de diferentes recortes temporais e escalas distintas.

- - Fotos aéreas de 1957, escala 1:25.000, fotos 3714 - Portal de Serviço do Poder Executivo de Santa Catarina;
- - Fotos aéreas de 1978, escala 1:25.000, fotos 22524 - Portal de Serviço do Poder Executivo de Santa Catarina;
- - Ortofoto 2010, escala 1:10.000 (SDS-SC);
- - Imagem de satélite do Google Earth Pro™ de 11/2005;
- - Imagem de satélite do Google Earth Pro™ de 02/2022.

Na preparação das fotos foram utilizados os softwares AutoCad e Global Mapper para vetorização e extração de feições geométricas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na fotointerpretação do ano de 1957 (Figura 2a) possível observar um corpo d'água localizado na parte central do terreno com presença marcante de sinuosidade, o rio Linha Antas ao centro da área destacado na cor azul. Não se observou entre este período faixas de vegetação periférica ou mata ciliar nas drenagens. São observados vários meandros abandonados no entorno da área de estudo. Na fotointerpretação do ano de 1978 (Figura 2b) é possível identificar o início da ocupação antrópica, com poucas edificações residenciais instaladas e melhor infraestrutura viária. Foi localizada a área e determinado o traçado dos leitos da rede de drenagem local. A rede de drenagem é caracterizada com curvas bem acentuadas. A fotointerpretação mostra (área tracejada na cor em azul) a canalização do principal corpo d'água da região, o rio Linha Antas, na porção sul, à jusante do terreno. Observa-se a existência de meandros abandonados.

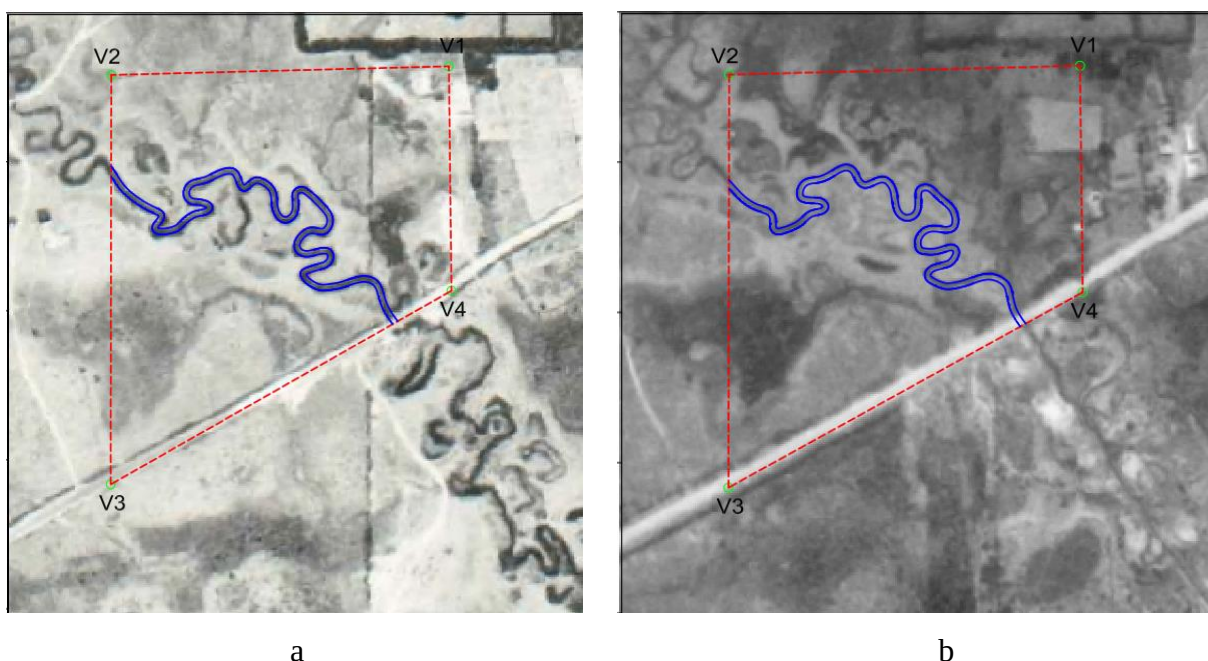


Figura 2 - Delimitação da aérea de estudo na foto aérea de 1957 (a) e 1978 (b)

Na imagem de satélite obtida no software Google Earth Pro™, datada em 11/2005 (Figura 3a) observa-se maior ocupação e intervenções antrópicas, com edificações residenciais, industriais instaladas e demarcação da progressão da Rua São Cristóvão, assim como melhor infraestrutura viária. Com o georreferenciamento da área do terreno, representado na Figura 4, foi determinado o



traçado dos leitos da rede de drenagem local. Pode-se observar a retificação do curso d'água principal. Neste período é possível identificar o corpo d'água na porção oeste do terreno, com desenvolvimento de mata ciliar, muito próximo do traçado do leito observado na foto de 1978. Também podem ser observados traçados de drenagens perenes e intermitentes, ou seja, em épocas chuvosas atuam como canais de escoamento das águas pluviais e superficiais, tornando-se secas quando não há chuvas. Na interpretação da foto indica a intervenção antrópica do corpo d'água na porção à montante do terreno, mostrando sua regularização/canalização, destacando-se por seu traçado retilíneo. Dias (2008) destaca que entre o final dos anos de 1970 e início de 1980, inicia-se o processo de canalização de alguns trechos do rio Linha Anta e seus afluentes, o que promove profundas modificações sobre o rio e sua dinâmica natural. Todo esse processo de poluição hídrica e canalização do leito fluvial promoveu a degradação ambiental do rio Linha Anta ao longo dos últimos sessenta anos, transformando o rio em um esgoto a céu aberto. Valvassori e Alexandre (2012) aplicaram índices de salubridade ambiental para áreas urbanas e obtiveram um índice de drenagem urbana (Idu) de 0,40, classificando a drenagem como “Ruim e Muito Ruim”. Os autores destacam que alguns setores possuem alto índice de impermeabilização, apresentando pontos críticos, regiões com drenagem subdimensionada, locais onde ocorrem alagamentos e pontos de lançamento de esgoto.

O comprimento do curso d'água no trecho em estudo em 1978 era de 445 m para uma distância em linha reta de 245 m, o que determina um índice de sinuosidade (IS) de 44%, classificando o curso como “Sinuoso” (Back, 2014).

A Fotointerpretação ano 2010 (Figura 3b), apresenta o principal corpo d'água da região ao centro do terreno com o canal bastante retilíneo, indicando ação da intervenção antrópica. As matas ciliares se mantêm bem preservada seguindo esta composição desde 1978. As duas vias localizadas entre os vértices não apresentaram nenhuma alteração, permanecendo bem estruturadas e sinalizadas. Este canal perdurou aberto entre os anos de 2010 a 2013, O canal possivelmente foi aberto para escoar a água do corpo d'água e alimentar os açudes existentes no terreno. O canal perde sua utilização a partir do ano de 2014, quando possivelmente cessa-se o escoamento de água para os açudes.



Na Foto aéreas de 1978 (Figura 5a) foi realizado a demarcação da área de APP de acordo com as características presente na extensão do rio, neste período não foi evidenciado a vegetação em torno do leito do rio, entretanto foi aplicado as delimitações da área de preservação. Outro ponto a ser observado que neste período não existia a projeção da segunda via próximo aos pontos vetoriais V1 e V2. Na Ortofoto 2010 (Figura 5b) é evidenciado a presença da segunda via, neste caso, as faixas de domínio tiveram um aumento contribuindo com a redução das áreas úteis, porém com a alteração do canal, houve a alteração das áreas de APP. Na imagem de 2022 (Figura 5c) é possível observar todas as alterações das áreas demarcadas já com as duas vias pavimentadas bem definidas. Pode-se observar que as edificações estão localizadas sobre as áreas de preservação e faixas de domínio.

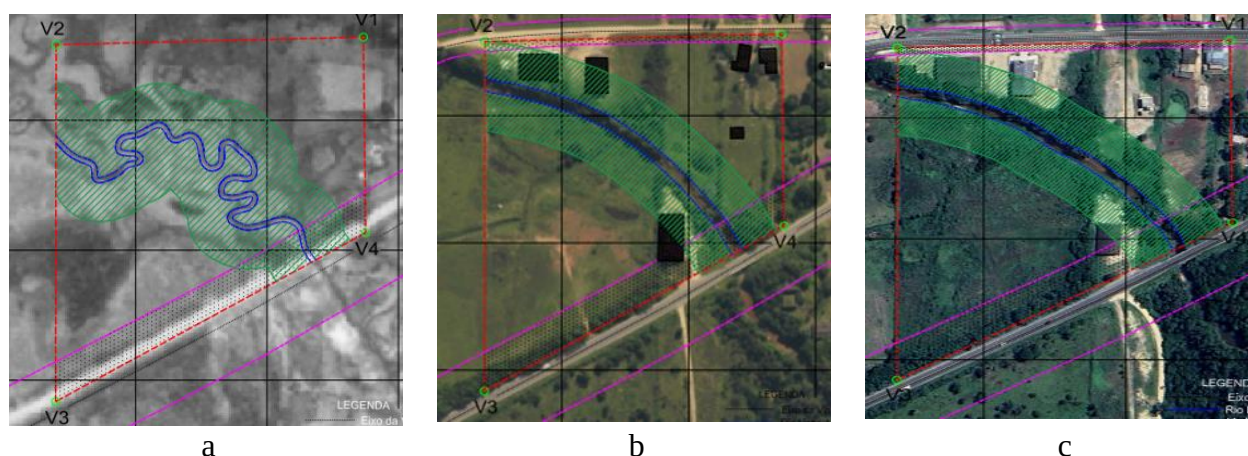


Figura 5 - Imagens dos anos de 1978 (a), 2010 (b) e 2022 (c)

O resultado obtido na Tabela 2 assemelha-se com a tabela anterior os dados ao longo dos anos, para área de estudo de 50.016,62 m², onde a faixa de domínio da Rodovia SC 443 corresponde a 6.911,78 m², sofreram alterações tanto pela ação antrópica como as ações climáticas, entretanto como as áreas já estavam definidos os dados tiveram um resultado mais preciso, observando uma redução de área de APP de 3,77% para 2,99% e aumento na área útil de 48,44% para 54,52%.

Tabela 2 – Análise e mensuração dos resultados

Ano	Área de APP (m ²)	Faixa de domínio na Rua São Cristóvão – (m ²)	Área útil (%)
1978	18.876,00	-	48,44
2010	14.839,84	1.212,28	54,08
2022	14.703,12	1.128,75	54,52



CONCLUSÕES

As fotointerpretações, realizadas de forma cronológica, permitiram identificar as modificações no leito do rio desde o ano de 1957 até o ano de 2022. Na área de estudo são identificados dois corpos d'água, um principal, o rio Linha Anta e um secundário, de forma geral, situa-se na área central do terreno, com disposição e curso em sentido norte-sul. O curso d'água que apresentava sinuosidade de 44% foi retificado. Também foram observadas alterações antrópicas na rede de drenagem. Com as alterações realizadas foram computados aumentos na área útil e redução nas áreas de APP.

REFERÊNCIAS

- ASSUMPÇÃO, A. P.; MARÇAL, M. S. (2012). “Retificação dos canais fluviais e mudanças geomorfológicas na planície do Rio Macaé (RJ)”. *Revista de Geografia (UFPE)*, 29(3), pp.19-36.
- BACK, Á. J. (2014). *Bacias hidrográficas: classificação e caracterização física (com programa HidroBacias para cálculos)*. Florianópolis: Epagri, 162p.
- BORGES, L. A. C.; REZENDE, J.L.P. (2011). “Áreas Protegidas no Interior de Propriedades Rurais: A Questão das APP e RL”. *Floresta e Ambiente*, 18 (2), pp.210-222.
- BRITO, F. (2012). “Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas”. Florianópolis, Ed. da UFSC, 264p.
- BROOKES, A. (1988). *Channelized Rivers: Perspectives for environmental management*. Wiley – Interscience. 326p.
- CHUERUBIM, M. L.; PAVANIN, E.V. (2013). “Análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Córrego Barbosa no ano de 2011” - *GEOUSP*, 15(1), pp. 229- 238.
- CUNHA, S. B. (1995). *Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João (Rio de Janeiro – Brasil)*. Editora do Instituto de Geociências da UFRJ: Rio de Janeiro. 378p.
- DIAS, A. de O. (2008). “ *Degradação ambiental na bacia do Alto Vale do rio Linha Anta – Criciúma/SC no período de 1950-2007*”. 2008. 94p. Monografia (Especialização em Geografia com ênfase em Estudos Regionais) – Curso de pós-graduação Especialização em Geografia com ênfase em Estudos Regionais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, 2008



GIANUCA, K. S.; TAGLIANI, C. R. A. (2012). “Análise em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) das alterações na paisagem em ambientes adjacentes a plantios de pinus no Distrito do Estreito, município de São José do Norte, Brasil”. Revista da Gestão Costeira Integrada, 12(1), pp.43-55.

KELLER, E.A. (1978). “Pools, riffles and channelization”. Environmental Geology, 2: p. 119-127.

LADEIRA, F. S. B. (2012). “A ação antrópica sobre os solos nos diferentes biomas brasileiros – terras indígenas e solos urbanos”. Revista Entre-Lugar, 3(6), pp.127–139.

LOCH, C.; ERBA, D. A. (2007). “Cadastro técnico multifinalitário rural e urbano”. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 138p.

PORTAL SC (2022), Solicitar Fotografias Aéreas Históricas - Disponível em: <https://www.sc.gov.br/servicos/detalhe/solicitar-fotografias-aereas-historicas>. Acesso em: 08.mar.2022.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTÁVEL – SDS. (2013). “Sistema Geográfico de Informações SIRHESC”. Disponível em: . Acesso em: 22 mar. 2013.

SIMONETT, D. (1983). “The Development and Principles of Remote Sensing”. Manual of Remote Sensing. American Society of Photogrammetry, .1, pp.1-36.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. (SUDERSA). (2001) Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná. *Manual de drenagem urbana -Região Metropolitana de Curitiba -PR*. Curitiba. SUDERHSA, 150p

TUCCI, C. E. M. (2015) *Controle de Enchentes*. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. 2 eds. Porto Alegre: ABRH, 1997. p. 621-658.

VALVASSORI, M. L; ALEANDRE, N. Z. (2012). “Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas”. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, 25, pp.1-19.