

## SEGMENTAÇÃO E AGRUPAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO COM BASE NA CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E HIDROLÓGICA

*Felipe Bublitz Bier<sup>1\*</sup> & Davide Franco<sup>2</sup> & Victor Eduardo Cury Silva<sup>3</sup>*

**Resumo** – Para estudar o comportamento da Lagoa da Conceição em resposta à fenômenos hidrológicos em que ela é submetida, foi realizado um estudo geomorfológico da sua bacia hidrográfica. Este artigo teve como objetivo identificar as principais características físicas e hidrográficas do local, propondo uma segmentação do terreno em sub-bacias de acordo com a rede de drenagem que deságua na laguna.

Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto com o auxílio das ferramentas computacionais (ArcGIS e HEC-GeoHMS) baseadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG). Em seguida foi realizada análise estatística sobre os parâmetros estudados com a finalidade de agrupar as sub-bacias. Com a metodologia aplicada, foi possível obter os parâmetros necessários para propor uma segmentação em sub-bacias, determinando as características da área de drenagem responsáveis pelo aporte hidrológico à esta laguna, fornecendo subsídios para compreender o comportamento da bacia hidrográfica nas condições atuais, para a gestão e planejamento, e fornecendo uma base para futuros estudos no local.

**Palavras-Chave** – Bacia hidrográfica costeira, sub-bacias, parâmetros morfométricos e hidrológicos.

## SEGMENTATION AND GROUPING OF LAGOA DA CONCEIÇÃO BASIN BASED ON MORPHOMETRIC AND HYDROLOGIC CHARACTERIZATION

**Abstract** – In order to study the Lagoa da Conceição behavior in response to hydrological events in which might it be subjected, it was performed a geomorphological study of its basin. This paper aims to identify the main physical and hydrological characteristics of the area, proposing a segmentation of the territory in sub-basins according to the drainage network that flow to the lagoon.

It used remote sensing techniques of computational tools (ArcGIS and HEC-GeoHMS) based in Geographic Information System (GIS). Then it was performed statistical analysis over the analyzed parameters in order to group the sub-basins.

With the applied methodology, it was possible to obtain the required parameters to propose a segmentation in sub-basins, determining the drainage characteristics of the drainage area responsible for the hydrological contribution to this lagoon, providing subsidies to a better understand of basin behavior under current conditions, for the management and planning, providing background for future studies on the area.

**Keywords** – Coastal basin, sub-basins, morphometric and hydrological parameters.

<sup>1\*</sup> DHI Brasil – [lipebier@gmail.com](mailto:lipebier@gmail.com)

<sup>2</sup> Laboratório de Hidráulica Marítima – ENS – UFSC – [d.franco.ocean@gmail.com](mailto:d.franco.ocean@gmail.com)

<sup>3</sup> Laboratório de Hidráulica Marítima – ENS – UFSC – [victoreduardo@hotmail.com](mailto:victoreduardo@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

Sendo um dos procedimentos comumente aplicados em análises ambientais e hidrológicas em bacias hidrográficas, a caracterização morfométrica tem como objetivo auxiliar no entendimento de questões relacionadas à dinâmica ambiental do local. Segundo Antoneli e Thomaz (2007) a combinação entre parâmetros morfométricos permite a identificação e diferenciação de áreas homogêneas do terreno, como por exemplo uma sub-bacia. A importância da utilização de estudos desta natureza é destacado por Cavallari (2007) e Teodoro et al. (2007).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, entre suas diretrizes estipula princípios e normas para o gerenciamento dos recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. Assim, é de grande importância para gestores e pesquisadores a compreensão das características relacionadas à bacias hidrográficas e suas respectivas sub-divisões para que possam tomar decisões consistentes, sustentáveis e seguras.

É possível encontrar inúmeros estudos utilizando metodologias semelhantes à aplicada no presente estudo no que diz respeito ao geoprocessamento do terreno e segmentação de bacias hidrográficas em sub-bacias, tais como: Lira e Nascimento (2012), Santos et al. (2012), Sordi et al. (2012), Nardini et al. (2013), Neto et al. (2013), Silva e Tonello (2014), Benatti et al. (2015), Campos et al. (2015), Silva et al. (2015), entre outros.

Neste estudo foi realizado a caracterização morfométrica e hidrológica da bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição, localizada em Florianópolis – SC. Foram utilizadas ferramentas computacionais de sensoriamento remoto baseada em Sistema de Informação Geográfica (SIG), as quais possibilitaram a avaliação de como a bacia hidrográfica em questão reage aos fenômenos de precipitação, infiltração de água no solo e aportes hidrológicos ao corpo hídrico.

As tarefas propostas neste estudo foram: segmentação do terreno em sub-bacias no torno da laguna (popularmente chamada de lagoa, no entanto atualmente possui ligação direta com o mar) validação dos resultados obtidos com dados georeferenciados observados em campo; caracterização morfométrica e hidrológica de cada sub-bacia gerada; agrupamento das sub-bacias que apresentem características semelhantes com base na distribuição espacial e na análise estatística da distribuição dos valores dos parâmetros estudados, reduzindo assim o número total de sub-bacias.

Por se tratar de uma bacia hidrográfica costeira, a área de estudo possui peculiaridades que a diferem de uma bacia hidrográfica continental, entre estas pode-se destacar a presença de um corpo hídrico conectado com o mar (laguna) e uma região de transição entre oceano e laguna com predominância de solos arenosos e pouca contribuição de escoamentos superficiais direto à laguna.

O presente trabalho dá continuidade à linha de pesquisa desenvolvida pelo Laboratório de Hidráulica Marítima (LAHIMAR) do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), tendo como temática a investigação científica de fenômenos físicos e biogeoquímicos nas lagoas costeiras de Florianópolis – SC. A área de estudo já foi estudada anteriormente por Andrade (2001), Silva (2002), Rocha (2007), Godoy (2009), e Odreski (2012), Costa (2013), Silva (2017), entre outros.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma segmentação da bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição, com área total de 61,77 km<sup>2</sup>, e posterior agrupamento das sub-bacias com base na correlação entre seus parâmetros morfométricos e hidrológicos estudados, tendo o coeficiente *Curve-Number* (CN) o parâmetro de maior relevância. Foram utilizadas metodologias consagradas para estudos dessa natureza para investigar os fenômenos entre os âmbitos atmosfera (precipitação), solo e laguna. As principais fontes de informações utilizadas neste estudo foram os mapas altimétrico, de uso e ocupação do terreno e de tipo de solo. A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas realizadas para atingir o objetivo deste estudo de caracterização do terreno da bacia e de agrupamento das sub-bacias adjacentes semelhantes.

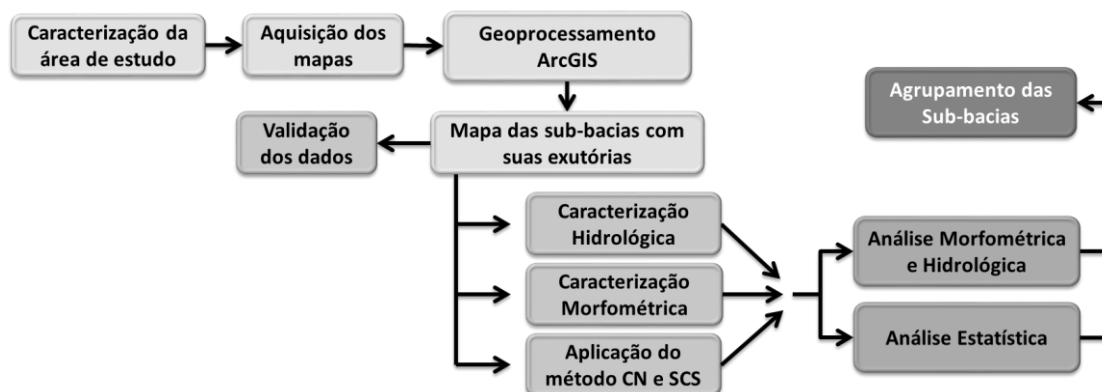


Figura 1 – Fluxograma da metodologia aplicada. Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base no mapa hipsométrico da região, foram definidos contornos da bacia hidrográfica e sua segmentação em 60 sub-bacias com base nas linhas de drenagem geradas. Foram extraídas de cada sub-bacia as seguintes características físicas: área (A), perímetro (P), cota altimétrica no divisor de água ( $h_{m\acute{a}x}$ ), número de rio (N), distância linear entre exutório e início do rio principal (D), comprimento do rio principal ( $L_{rp}$ ), dos tributários ( $L_{tribut\acute{a}rios}$ ), axial ( $L_{ax}$ ) e do talvegue ( $L_{tv}$ ).

O Quadro 1 apresenta os parâmetros físicos, morfométricos e hidrológicos considerados em cada sub-bacia, baseado nas referências: Horton (1945), Christofolletti (1980) e Tucci (2007). Para definição do método de cálculo do tempo de concentração ( $t_c$ ) de cada sub-bacia foram consideradas suas áreas urbanizadas. O parâmetro morfométrico Índice de compacidade ou *Gravelious* ( $k_c$ ) não foi incluído nesta análise pelo fato de possuir significado semelhante ao do Índice de circularidade ( $I_c$ ).

Quadro 1 – Parâmetros avaliados em cada sub-bacia e suas respectivas equações.

Tipo	Símbolo	Parâmetro	Unidade	Equação
Físico	$L_t$	Somatório de comprimento dos rios	m	$L_t = L_{rp} + \sum L_{tribut\acute{a}rios}$
	$\Delta h$	Diferença de cotas altimétricas	m	$\Delta h = h_{m\acute{a}x} - h_{exut\acute{o}rio}$
	$S_{tv}$	Declividade média do talvegue	m/m	$S_{tv} = \frac{\Delta h}{L_{tv}}$
Morfométrico	$I_c$	Índice de circularidade	-	$I_c = \frac{4 \times A \times \pi}{P^2}$
	$K_f$	Coeficiente de forma	-	$K_f = \frac{A}{L_{ax}^2}$
	$D_r$	Densidade de rios	km <sup>-2</sup>	$D_r = \frac{N}{A}$
	$D_d$	Densidade de drenagem	km <sup>-1</sup>	$D_d = \frac{L_t}{A}$
	$I_s$	Índice de Sinuosidade	-	$I_s = \frac{L_{rp}}{D}$
Hidrológico	$t_{c \text{ rural}}$	Tempo de concentração: Kirpich ( $A_{urbana} > 10\%$ )	min	$t_{c \text{ rural}} = 3,989 \times L_{tv}^{0,77} \times S_{tv}^{-0,385}$
	$t_{c \text{ urbano}}$	Tempo de concentração: Carter ( $A_{urbana} < 10\%$ )	min	$t_{c \text{ urbano}} = 5,862 \times L_{tv}^{0,6} \times S_{tv}^{-0,3}$
	S	Retenção Potencial Máxima	mm	$S = \frac{25400}{CN} - 254$
	$I_a$	Abstração inicial	mm	$I_a = 0,2 \times S$
	$Q_{sup}$	Escoamento Superficial	mm	$Q_{sup} = \frac{(P - 0,2 \times S)^2}{P + 0,8 \times S}$

## Material Cartográfico

Mapa hipsométrico: mapa com curvas de nível escala de 1:2000, sendo selecionada a região centro-leste da ilha de Florianópolis. Com as características de relevo do terreno deste mapa foi gerado um Modelo Digital do Terreno (MDT) para bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição.

Mapa de cadastro hidrográfico: cadastros fluviais disponibilizados pela EPAGRI/CIRAM e pelo IPUF, compreendendo os principais canais naturais e artificiais, utilizado para confrontar e validar as linhas de drenagem obtidas no geoprocessamento.

Tipo de solo: mapa com diferentes tipos de solo na bacia hidrográfica obtido do Atlas do município de Florianópolis do IPUF (Luiz, 2004). Destacado pela linha preta tracejada na Figura 2, há predominância de solos argilosos (Argissolo) na parte oeste; e solos arenosos (Dunas, Areias Marinhas e Quartzóicas) na parte leste, com exceção da área indicada com um círculo preto.

Uso e Ocupação: mapa com tipos de uso e ocupação do terreno digitalizado a partir de imagem de satélite IKONOS II de 2010. A região é predominantemente coberta por Vegetação Arbórea, principalmente nas encostas da parte oeste da bacia. Destacado com círculos vermelhos na Figura 2, há quatro zonas urbanas: Norte (Rio Vermelho); Centro-leste (Canal da Barra da Lagoa); Sul (Porto da Lagoa e Canto da Lagoa); e Centro-oeste com maior densidade populacional (Centrinho da Lagoa).

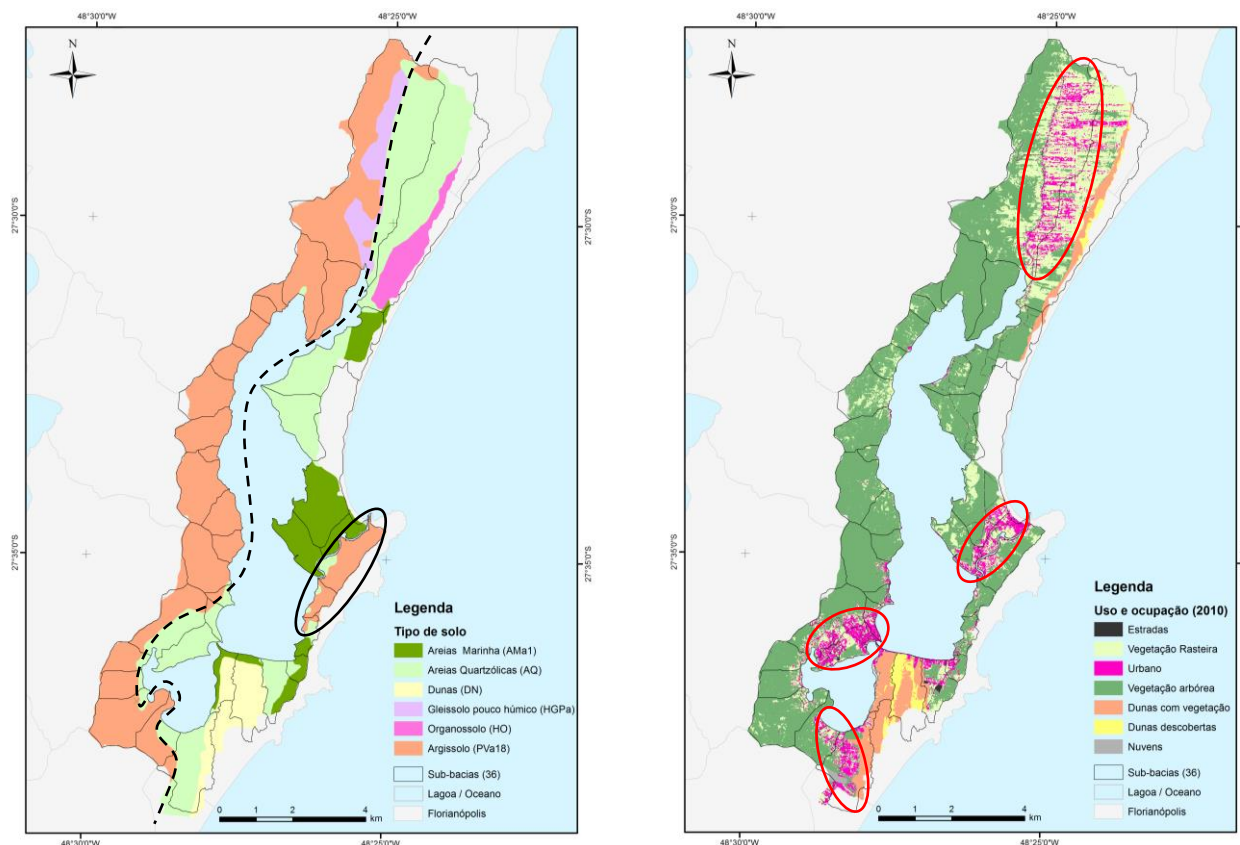


Figura 2 – Mapa de tipo de solo (esquerda) e uso e ocupação (direita). Fonte: elaborado pelo autor.

## Geoprocessamento

A Figura 3 apresenta o fluxograma das etapas realizadas no geoprocessamento utilizando os softwares ArcGIS e HEC-GeoHMS (ferramenta ArcHydro Tools). As etapas foram determinadas com base no capítulo 6 (*Terrain Preprocessing*) do manual do HEC-GeoHMS versão 10.2. Em cada etapa ilustrada no fluxograma foi gerado mapas georeferenciados com suas respectivas informações.

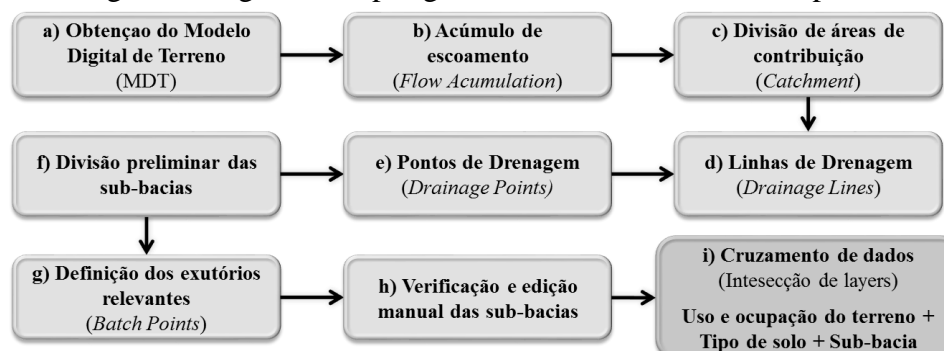


Figura 3 – Fluxograma das etapas realizadas no geoprocessamento. Fonte: elaborado pelo autor.



- a) Modelo Digital de Terreno (MDT) gerado a partir do mapa hipsométrico.
- b) Mapas de direção e de acúmulo do escoamento superficial na bacia hidrográfica com base no relevo do terreno (*Flow Direction* e *Flow Accumulation*).
- c) Definição e segmentação dos escoamentos (*Stream Definition* e *Stream Segmentation*) e das áreas de drenagem (*Catchment Grid Delineation* e *Catchment Polygon Processing*). Na etapa *Stream Definition* é possível determinar a resolução de geração das linhas de drenagem com base nos números de células (*pixels*) contribuintes a montante ou na área de drenagem contribuinte em km<sup>2</sup>.
- d) Linhas de drenagem para cada sub-bacia (*Drainage Line Processing*) e por fim, o agrupamento destas áreas (*Watershed Aggregation*). As linhas de drenagem geradas foram confrontadas com os cadastros hidrográficos a fim de verificar sua representatividade e ajustar o número de células contribuintes, conforme mencionando acima. Foi definido n<sup>o</sup> de células igual a 100.
- e) Ajuste das áreas de drenagem obtidas (*Adjoint Catchment Processing*), geração dos pontos de descarga (*Drainage Points*) para cada área de captação.
- f) Delineamento das sub-bacias (*Batch Watershed Delineation*), por meio da agregação das áreas de drenagem. Dependendo da resolução do MDT, este pré-delineamento é um esboço/aproximação que possivelmente exigirá edição posterior das linhas de divisor de água.
- g) Nessa etapa arbitrariamente são selecionados os pontos de drenagem relevantes para o estudo, que neste caso foram os exutórios (*Batch Points*) que descarregam diretamente na laguna.
- h) Verificação do delineamento “pixelado” das sub-bacias geradas. A edição dos divisores de água das sub-bacias deve ser feita baseada nas curvas de nível do mapa altimétrico. Deve contemplar todos os espaços que não foram considerados como parte constituinte de uma sub-bacia e remover os que foram superestimados. A etapa manual de edição, dependendo da extensão da área de estudo e da resolução do MDT, pode consumir tempo considerável para sua conclusão.
- i) Foi realizado o cruzamento das informações dos mapas georeferenciados de tipo de solo, e de uso e ocupação, juntamente com a divisão das sub-bacias utilizando a ferramenta de interseção (*Intersect*) do ArcGIS, gerando as suas respectivas áreas para cada sub-bacia. Esta informação é fundamental para que seja possível estimar os valores de CN para cada sub-bacia.

## Enumeração das sub-bacias

A enumeração das sub-bacias foi definida com a finalidade de ordenar e facilitar o trabalho com seus respectivos dados. Devido sua importância e dimensão, optou-se por começar a numeração pela sub-bacia do rio João Gualberto, situada no norte da Lagoa da Conceição. A partir desta seguiu-se a enumeração sentido horário, totalizando 60 sub-bacias, e, após realizar o agrupamento o número total reduziu para 36 sub-bacias.

## Validação dos dados obtidos

Para confirmação e validação dos exutórios obtidos no geoprocessamento, além da comparação com o cadastro hidrográfico, foram confrontados os resultados obtidos com as informações fornecidas por Laurenti (2009), na qual utilizou um barco para realizar saídas de campo na laguna com a finalidade de identificar visualmente as contribuições hidrológicas à laguna. Foi percorrida a orla lagunar, registrando as descargas com fotos e georeferenciando as coordenadas geográficas com GPS.

Nesta análise comparativa, foi obtida boa relação entre os dados de campo e gerados no geoprocessamento. Foi constatado que praticamente todos os pontos de descarga hidrológicas naturais observados visualmente foram geradas linhas de drenagem e exutórios equivalentes, confirmando dessa maneira a validade do método aplicado. Os pontos que apresentaram pequena divergência estima-se que foi devido a existência de trechos canalizados desviando o trajeto natural.

## Análise estatística dos parâmetros e índices

Foi realizada uma análise estatística descritiva e comparativa utilizando o *software* STATISTICA versão 8.0 sobre os valores obtidos normalizados para os parâmetros morfométricos e

hidrológicos estudados em cada sub-bacia com a finalidade de fornecer uma visão geral das características da área de estudo, e avaliar a relação não-paramétrica entre os parâmetros.

## RESULTADOS

A correlação entre os parâmetros morfométricos e hidrológicos normalizados obtidos para cada sub-bacia é apresentado no diagrama de “Árvore” (*Cluster Analysis*) da Figura 4. Quanto menor a Distância de Linkagem entre os parâmetros, maior a correlação entre eles. O gráfico foi gerado aplicando as opções de Linkagem Completa e Distância Euclidiana.

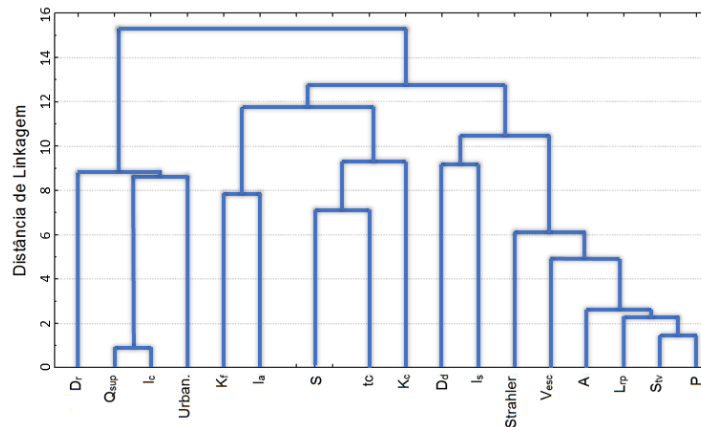


Figura 4 – Diagrama de “árvore” para 17 variáveis analisadas. Fonte: elaborado pelo autor.

Foi realizado o agrupamento das sub-bacias de 60 para 36 baseado nos parâmetros estudados, levando em consideração suas características espaciais (proximidade); físicas (declividade média do talvegue); de uso e ocupação do terreno (urbanização e vegetação); tipo de solo; e principalmente hidrológicas por meio do coeficiente *Curve-Number* para condição normal de umidade do solo ( $CN_{II}$ ).

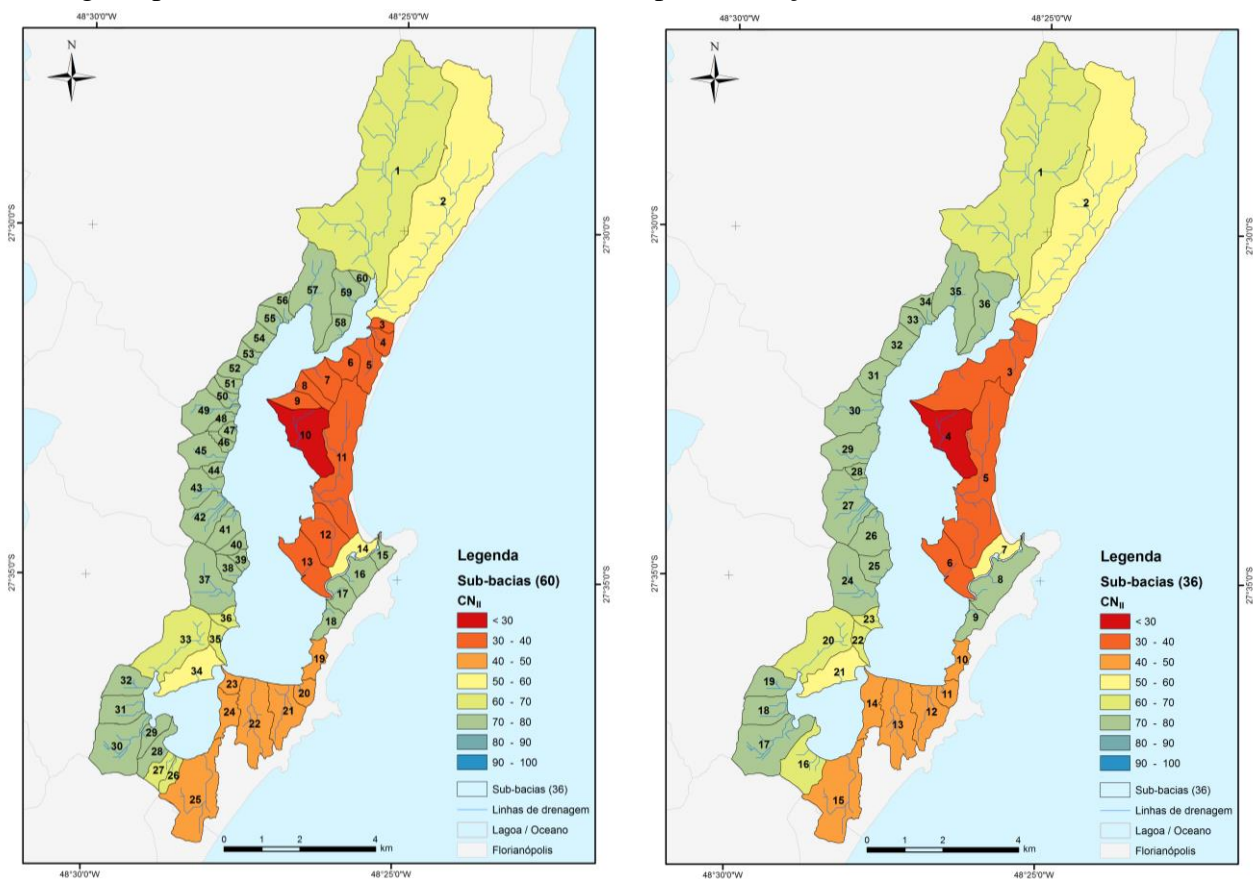


Figura 5 – Mapa de  $CN_{II}$  para 60 (esquerda) e 36 sub-bacias (direita). Fonte: elaborado pelo autor.

O valor de  $CN_{II}$  para cada complexo hidrológico (tipo de solo x uso e ocupação do terreno) foi adaptado do método SCS (Soil Conservation Service) classificando os 6 tipos de solos presentes na área de estudo entre os 4 grupos hidrológicos do solo definidos neste método. Para obtenção da área das novas sub-bacias foi utilizado o somatório dos valores. Para obtenção da porcentagem de urbanização, declividade média do talvegue e  $CN_{II}$  foram calculadas médias ponderadas.

O resultado do agrupamento (Figura 5), no qual é possível observar que as sub-bacias que foram agrupadas possuem a mesma faixa de  $CN_{II}$ , com exceção da sub-bacia nº 28 que segundo esse critério deveria ter sido agrupada juntamente com as sub-bacias nº 29 e 30 para então formar a nova sub-bacia nº 17. No entanto optou-se por agrupá-la juntamente com as sub-bacias nº 26 e 27 e formar a nova sub-bacias nº 16 com a justificativa de que o exutório desta sub-bacia está mais próximo da sub-bacias nº 27 do que da nº 29 devido a presença de uma projeção do terreno para dentro da lagoa.

Analisando os valores de  $CN_{II}$  após o agrupamento das sub-bacias, a parte leste da bacia (sub-bacias de nº 03 a 06 e de 10 a 15) devido ao solo tipicamente arenoso foi a área que apresentou o menor valor, com média de 39. Aquelas localizadas no entorno do Canal da Barra (nº 07 a 09), pela acentuada urbanização e parte do solo argiloso, obteve valor médio elevado de 72. As partes sul e centro-oeste (nº 16 a 23), compreendendo desde o Porto da Lagoa até o Centrinho da Lagoa, o valor obtido foi de 69. Para as localizadas na parte oeste (nº 24 a 36), apesar de predominância de vegetal arbórea, o tipo de solo argiloso fez com que o valor para esse região seja elevado, igual a 77. Por fim, as sub-bacias João Gualberto (nº 01) e Rio Vermelho (nº 02), analisadas separadamente, devido ao tamanho e importância em termos hidrológicos, apresentaram valores de 57 e 67, respectivamente.

## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A metodologia de geoprocessamento aplicada nesse trabalho mostrou-se eficaz na manipulação e representação dos dados referentes ao terreno e espaço físico da área de estudo. Foi obtida uma segmentação da bacia hidrográfica consistente pelo fato das linhas de drenagem geradas terem sido validados por meio da comparação com os registros de campo das descargas na laguna.

A análise realizada sobre índices morfométricos e hidrológicos forneceu suporte para descrever a dinâmica ambiental da área de estudo. Dessa forma, foi possível verificar a hipótese previamente levantada de que por se tratar de uma bacia hidrográfica costeira possui duas áreas com características distintas: parte oeste com encostas de declividade acentuada, solo argiloso, e significativa contribuição hidrológica direta para a laguna; e a parte leste de transição entre oceano/laguna, com terreno mais plano, solo arenoso e pouca relevância em termos de escoamentos superficiais.

Realizar o agrupamento das sub-bacias com base no coeficiente  $CN$  mostrou-se uma abordagem satisfatória, possibilitando a redução de 40% do número de sub-bacias. O  $CN$  carrega informações diretas do uso e ocupação do terreno e do tipo de solo, e indiretamente das características físicas e hidrológicas de cada sub-bacia, o que o torna o parâmetro de maior relevância neste tipo de análise.

As sub-bacias João Gualberto e Rio Vermelho (nº 01 e 02) são responsáveis por cerca de 35% dos aportes hidrológicos à laguna. Já as 21 sub-bacias localizadas na parte sul/oeste (nº 16 a 36) correspondem de 43 a 50%, dependendo da intensidade da precipitação. O restante (de 15 a 22%) estão relacionados aos aportes das outras 14 sub-bacias localizadas na parte leste/sul (nº 02 a 15).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, R.C. (2001). Estudo da circulação hidrodinâmica da Lagoa da Conceição - SC. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica), UFRJ.
- ANTONELI, V.; & THOMAZ, E.L. (2007). Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista. *Rev. Caminhos da Geografia*, v.8, n.21, p.46-58.
- BENATTI, D.P.; TONELLO, K.C.; FARIA, L.C. (2015). Morfometria e uso e cobertura de uma microbacia no município de Sete Barras, São Paulo. *Revista IRRIGA (Brazilian Journal of Irrigation and Drainage)*. Sorocaba-SP, v.20, n.1.

- CAMPOS S.; FELIPE, A.C.; CAMPOS, M.; et al. (2015). Geoprocessamento aplicado na caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão Descalvado – Botucatu, SP. *Revista IRRIGA (Brazilian Journal of Irrigation and Drainage)*. Guarapuava-PR, ed. especial 20 anos, v.1, n.1, p.52-65.
- CAVALLARI, R.L. (2007). A importância de um Sistema de Informação Geográfica no Estudo de Microbacias Hidrográficas. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v.6, n.11.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980). *Geomorfologia* (2ª ed.). São Paulo: Edgard Blucher.
- COSTA, J.C. (2013). Análise numérica da influência dos aportes fluviais e antrópicos sobre a hidrodinâmica residual e a qualidade da água da Lagoa da Conceição - Florianópolis-SC. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), UFSC.
- GODOY, F.B. (2009). Modelagem Hidrológica-Hidrodinâmica da Lagoa da Conceição - SC. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), UFSC.
- HORTON, R.E. (1945). Erosion development of streams and their drainage basins: hydrological approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. America Bulletin*.
- LAURENTI, A. (2011) Plano de Atividades: “Monitoramento e modelagem hidrológica-hidrodinâmica da Lagoa da Conceição – SC”. Relatório de Projeto de Pesquisa, Florianópolis.
- LIRA, E.M.; NASCIMENTO, I.C.N. (2012). Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Igarapé Amaro, Acre-Brasil. *Revista GEONORTE*. v.3, n.6.
- LUIZ, E.L. (2004) Tipos de solos do município de Florianópolis. In: BASTOS, M. D. A. (coord). *Atlas do município de Florianópolis*. Florianópolis. IPUF.
- NARDINI, R.C.; POLLO, R.A.; CAMPOS, S. (2013). Análise morfométrica e simulação das áreas de preservação permanente de uma microbacia hidrográfica. *Revista IRRIGA (Brazilian Journal of Irrigation and Drainage)*. Botucatu-SP. v.18, n.4, p.687-699.
- NETO, A.F.S.; GUIMARÃES, C.L.; ARAÚJO, J.S.; et al. (2013). Geotecnologias para a caracterização morfométrica de bacia hidrográfica. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.
- ODRESKI, L.F. (2012). Influência hidrológica nos processos hidrodinâmicos da Lagoa da Conceição, Florianópolis - SC. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), UFSC.
- ROCHA, C.B.M. (2007). Implementação e uso do modelo Mike 21 na análise de cenários hidrodinâmicos na Lagoa da Conceição - SC. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), UFSC.
- SANTOS, D.B.; VIDOTTO, M.L.; BERTINATTO, R.; et al. (2012). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José, Cascavel, PR. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava-PR, v. 5, n. 2, p. 7-18.
- SILVA, J.L.; TONELLO, K.C. (2014). Morfometria da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas - SP. *Revista IRRIGA (Brazilian Journal of Irrigation and Drainage)*. Botucatu-SP, v.19, n.1.
- SILVA, M.L. (2002). Análise da Qualidade Ambiental Urbana da Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição. Florianópolis, Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSC.
- SILVA, T.T.S.; FILHO, G.E.P.C.; VASCONCELOS E.L.; et al. (2015). Caracterização ambiental da bacia do Ribeirão das Pedras: Entendendo a dinâmica local. *Anais XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Brasília, DF, Brasil, 22 a 27 de novembro de 2015, ABRH.
- SILVA, V. E. C. et al. (2017). Space time evolution of the trophic state of a subtropical lagoon: Lagoa da Conceição, Florianópolis Island of Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 22.
- SORDI, M.V.; VARGAS, K.B.; SANTO, T.D.S.; et al. (2012). Análise morfométrica do ribeirão Laçador – Faxinal – Paraná. v.3, n.5.
- TEODORO, V.L., et al. (2007). O conceito da bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista Uniara*, n. 20.
- TUCCI, C.E. (2007). *Hidrologia: Ciência e Aplicação* (4ª ed.). Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- HEC (2017) User's Manual of HEC-GeoHMS v.10.2. Davis, California: US Army Corps of Engineering - Hydrologic Engineering Center.