

## **Método para determinação de áreas suscetíveis a inundação na Ilha de Santa Catarina/SC/Brasil**

### *Method for detect floodind susceptible areas in Santa Catarina's Iland/SC/Brazil*

**Fernanda Simoni Schuch**

**Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. do Departamento Acadêmico da Construção Civil

Av. Mauro Ramos 950, Centro, Florianópolis/SC

fernandass@ifsc.edu.br

**Murilo Souza Averlan**

**Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis**

Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Av. Mauro Ramos 950, Centro, Florianópolis/SC

muriloaverlan@gmail.com

**Ramon de Souza Rosa**

**Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Florianópolis**

Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Av. Mauro Ramos 950, Centro, Florianópolis/SC

Ramonsouza85@gmail.com

#### **Resumo:**

No município de Florianópolis/SC assim como em muitos municípios brasileiros, os problemas causados por alagamentos e inundações são uma constante na vida de seus habitantes. Mapeamentos geotécnicos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de auxiliar nos processos de observação de fenômenos, análise de problemas e proposição de soluções. Este foi o fator motivador de um projeto de iniciação científica que objetivou mapear a suscetibilidade à inundação do município de Florianópolis, em particular a Ilha de Santa Catarina. Para tanto, utilizou-se como fonte de dados o mapa de solos de onde se extraiu a informação relativa à drenagem dos solos, um modelo digital do terreno a partir do qual gerou-se um mapa de declividade e, de um mapa de uso e ocupação do solo para se determinar quais as áreas impermeabilizadas por processos de urbanização. Os três mapas foram subdivididos em classes e, para cada classe atribui-se um peso. A soma dos pesos destas classes fornece o índice de Suscetibilidade à Inundação (ISI) de uma área. O ISI foi especializado num mapa de suscetibilidade onde se observou que as áreas mais planas são também as mais urbanizadas e, portanto, com uma maior possibilidade de ocorrência de inundação: de alto a muito alto. No entanto, áreas menos urbanizadas e com solo que apresenta boa drenagem são mostradas no mapa com suscetibilidade moderada indicando que o processo de urbanização está alterando a dinâmica fluvial da área e, portanto, tratam-se de áreas que devem ser observadas com atenção quando da implementação de planos e estratégias de gestão dos recursos hídricos e de uso e ocupação do solo.

**Palavras-chave:** índice de suscetibilidade à inundação, SIG, drenagem do solo.

#### **Abstract**

In Florianópolis/SC municipality as in many others brazilian cities, flood problems are a constant in its citizens life. Geotechnical maps has being developed intending to help observ phenomenons process development, problems analysis and when to propose solutions. These were motivating factors to an undergratuante research Project that goals to map Florianópolis suscebility to flood, but in particular, its island. Therefore, it was used as input data a soil map, from where its drainage characteristics were extracted, a digital terrain model to generate a declivity map, land use and occupation to determine waterproofed areas. All tree maps were subdivided in classes, and to each class a

weight is assigned. The sum of the weights of these classes provides the susceptibility index to flood (SIF) of an area. The SIF has been spacialized in a susceptibility map, where it was observed that, the flatter areas are also the most urbanized and, therefore, with a greater susceptibility of flooding, from high to very high. However, areas less urbanized and áreas with soil that has good drainage are shown in moderate susceptibility, but it also indicates that the urbanization process is changing fluvial dynamics and, these are areas that should be observed carefully when implementing plans and management strategies to coordinate water resources and land use and occupation.

**Keywords:** flood susceptibility index, GIS, Soil drainage.

## 1 INTRODUÇÃO

É vivenciado por muitos cidadãos brasileiros os problemas causados em decorrência dos processos de urbanização desencadeados nos últimos séculos no território brasileiro, que praticamente não levaram em consideração instrumentos norteadores como Planos Diretores ou outra legislação similar. Dentre estes pode-se destacar os prejuízos materiais e incomodidades causadas pelas inundações das áreas urbanas.

Segundo Tucci (2002) os impactos causados pela deficiência da drenagem fluvial ocorrem basicamente a dois processos os quais podem acontecer isoladamente ou de modo combinado, são eles: inundações de área ribeirinha e inundações devido a processos de urbanização. No primeiro caso a inundações é decorrente do processo geológico natural. No segundo caso, os processos de urbanização promovem a impermeabilização de áreas, o carreamento de finos do solo em função da superfície exposta, entre outros.

Com vistas a auxiliar na espacialização dos problemas e no estudo de alternativas para saná-los, emprega-se a cartografia e o sensoriamento remoto.

A produção de produtos cartográficos geotécnicos ocorre no Brasil desde 1970 (Sobreira & Souza, 2016) e vêm se aprimorando desde então. Os tipos de mapas geotécnicos gerados variam em função das necessidades das classes a serem nele representadas, ou seja, para a finalidade do mapeamento. De um modo geral o intuito é mapear o meio físico, baseando-se em critérios cartográficos de modo que se consiga de maneira adequada, promover o planejamento e as consequentes ações de gestão.

Segundo Zuquette & Gandolfi (2004) o mapeamento geotécnico refere-se a um conjunto de ações voltadas à elaboração de cartas e mapas com conteúdo relativo à Geotecnia, que por sua vez está diretamente voltada à caracterização e à classificação dos meios físicos (água, materiais inconsolidados, relevo e rochas etc.).

Neste artigo, parte-se do princípio da cartografia geotécnica com o enfoque no planejamento urbano a partir da determinação de área de suscetibilidade à inundações e assim, fornecer subsídios aos gestores municipais a partir do emprego do método proposto. A área de estudos onde o método foi aplicado é a Ilha de Santa Catarina/SC.

### 1.1 Área de Estudos

É necessário que se conheça algumas das características físicas e climáticas da área de estudos deste artigo, para que melhor se possa compreender as relações entre os fenômenos que nela ocorrem.

A ilha de Santa Catarina, Florianópolis (Figura 1), capital do Estado, está localizada entre

**Anais do COBRAC 2016 - Florianópolis –SC – Brasil - UFSC – de 16 à 20 de outubro 2016**

as latitudes 27°10'S e 27°50'S. Segundo Almeida & Rodrigues (2003) o município se distingue dos demais municípios brasileiros por ser insular, possuindo ainda relevo acidentado e ecossistemas variados.



Figura 1: Localização da área de estudos

Florianópolis tem uma área de aproximadamente 436 km<sup>2</sup>, possui feição alongada na direção norte-sul devido à configuração do estrutural dos maciços rochosos que fazem parte da formação Granito Ilha. Nas praias do sul da ilha o Riolito Cambirela pode ser encontrado com frequência. Ao Norte ocorrem domínios geológicos de rochas de embasamento cristalino e depósitos de planície costeira. No Noroeste, ocorre um afloramento de dique e, no centro-oeste um afloramento de granito (Ferreira & Ribeiro, 2012). Vale salientar que o município é composto de uma porção continental e da Ilha de Santa Catarina porém, neste trabalho, a área de estudos se resume à Ilha do município e não ao município como um todo.

Segundo o senso do IBGE de 2010 o município tem uma população de 421.240 pessoas sendo que aproximadamente 96% desta caracteriza-se por ser urbana e 4% rural. O clima do município se caracteriza por possuir estações bem definidas e com precipitações bem significativas em torno de 1200 mm por ano e bem distribuídas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODO DA PESQUISA

O método aplicado neste artigo é fruto de uma pesquisa de iniciação científica desenvolvido por alunos do curso de graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

A determinação de áreas suscetíveis à inundação pode ocorrer através de diferentes métodos já propostos pela comunidade científica. Prina & Trentin (2014) por exemplo, utilizam dados de altimetria e declividade para fazê-lo. Já Goltz et al (2007) utilizam dados de precipitação e índices de vegetação para determinar áreas sujeitas à inundação no Pantanal Matogrossense. Para determinar as Áreas Suscetíveis a Inundação na Ilha de Santa Catarina onde o processo de urbanização vêm crescendo acentuadamente nas últimas décadas, utilizou-se como

parâmetros de análise: o uso e ocupação do solo, permeabilidade do solo (drenagem permitida pelo tipo de solo) e declividade. Cada parâmetro foi espacializado num mapa e, a partir da atribuição de pesos à diferentes classes existentes em cada um dos três mapas utilizados, criou-se e calculou-se o Índice de Suscetibilidade à Inundação (ISI).

Em linhas gerais, a geração do mapa de suscetibilidade à inundação deu-se seguindo os procedimentos:

- i. Aquisição de dados: foram obtidos mapas no formato digital acerca do tipo de solo, topografia e uso e ocupação do solo.
- ii. Manipulação dos dados: os atributos dos mapas obtidos foram manipulados de modo a se obter as informações necessárias para a geração do ISI.
- iii. Geração do índice de suscetibilidade à inundação (ISI): as características de drenagem (função do tipo de solo), declividade (função da topografia). Foram atribuídos pesos para cada classe presente em cada mapa e, posteriormente, calculado o ISI.
- iv. Espacialização do ISI: em ambiente SIG, os índices foram especializados e representados num mapa de suscetibilidade de inundação.

As fontes de dados utilizadas como base para a geração dos mapas descritos no item iii foram os que seguem:

- a. *Modelo digital de elevação*: Região 8 litora-centro com escala de 1:50.000, disponível no website em [http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/pre\\_download\\_elevacao.jsp](http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/pre_download_elevacao.jsp), sendo que os dados foram produzidos pela Shuttle Radar Topography Mission, um projeto conjunto entre a agência espacial americana (NASA) e a agência de inteligência geo-espacial (NGA), são representados em modelos digitais de terreno (MDE) em formato matricial com resolução espacial de 1 arco-segundo (30m) ou 3 arco-segundos (90m) expressos em coordenadas geográficas (latitude/longitude) referenciados em lat-long WGS84.
- b. *Mapa de uso e ocupação do solo*: Fornecido pela FATMA (Fundação do meio ambiente), conforme documento: GEO-RLT-C0715-33608-01, elaborado por Fábria Zaloti e Valmir Detzel.
- c. *Mapa de solos*: Nome do shape: SOLOS\_SC Escala original de mapeamento: 1:250.000 Sistema de projeção e sistema de referência: WGS 1984 UTM Zone 22S Origem do mapa (fonte) quem o produziu: Embrapa Solos (2004) Descrição: Arquivo em formato shp originalLINK :[http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1172&Itemid=543](http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1172&Itemid=543)

A partir daí foram elaborados os mapas de entrada no SIG (ArcView 3.2). Tais mapas foram produzidos separando-se em classes os atributos: drenagem dos solos, declividade, uso e ocupação do solo. A seguir tem-se a descrição das classes e seus respectivos pesos atribuídos em cada mapa. Para esta pesquisa, optou-se por adotar uma soma de pesos total de cada mapa igual (30 pontos). Este critério foi adotado objetivando dar a mesma importância para cada parâmetro de análise e portanto, as diferenças são apontadas no mapa final a partir do cruzamento das classes pertencentes à cada parâmetro..

No caso do parâmetro solo, por exemplo, foram separados em classes quanto à suas características de drenagem (Dr), existente na tabela de atributos do mapa fonte obtido da EMBRAPA e, a eles foram atribuídos pontos como mostra a Tabela 1. Quanto mais drenado menor o peso, uma vez que um solo bem drenado não favorece às inundações. O tipo do solo recebe a denominação dada pelo sistema brasileiro de classificação de solos (CBCS), como

segue na tabela abaixo.

Tabela 1: Pesos atribuídos à drenagem dos solos (Dr)

Drenagem	Tipo do Solo - CBCS	Peso
Bem drenado	Neossolo quartzarenico	1
Moderadamente	Cambissolo Haplico	3
Imperfeitamente drenado	Argissolo Vermelho-Amarelo	6
Mal drenado	Organossolo Messico	9
Muito mal drenado	Gleissolo Haplico	11
TOTAL		30

A seguir, trata-se dos dados relativos ao parâmetro declividade (De) da área de estudos. Segundo Seabra (2012) declividade é a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre os mesmos. Ou seja, a declividade é o grau de inclinação da superfície em relação à linha do horizonte. Segundo o autor, este tema permite inferir sobre as formas da paisagem, erosão, potencialidades de usos agrícolas, delimitação de Áreas de Preservação Permanente (APP), restrições de uso, entre outros. No caso de áreas com menor declividade (áreas mais planas) fica favorecida a ação do homem e, portanto, os danos causados pela ação antrópica tendem a ser mais difíceis de retroceder.

Por isso, para a análise da suscetibilidade à inundação seguiu-se a proposta de Prina & Trentin (2014) a qual se baseou no padrão de declividade proposto pelo IPT (1981) e, quanto aos pesos dos intervalos de declividade, quanto maior a declividade, menor foi o peso atribuído e, novamente, a soma de todos os pesos é igual a 30.

Tabela 2: Pesos atribuídos às classes de declividade

Declividade	Peso
<2%	13
2-5%	9
5-15%	5
>15%	3
TOTAL	30

Quanto ao parâmetro uso e ocupação de solo (UO), os dados obtidos do mapa gerado pela FATMA foram editados de modo que se obtivesse, para cada classe representada no mapa, um peso respectivo cuja soma total é 30 (tabela 3). Para classes como área urbanizada e mineração (a extração de granito ocorre na área de estudos), dado o elevado impacto ambiental, receberam maior pontuação por impactar mais significativamente nos processos de inundação. Já as áreas verdes, o solo exposto e áreas de agricultura receberam menor pontuação por possibilitar que a água permeie, diminuindo o escoamento superficial.

Tabela 3: Pesos atribuídos às classes de uso e ocupação

Classe	Peso
Áreas verdes	1
Área Urbanizada	11
Solo exposto	4
Mineração	9
Agricultura	5
TOTAL	30

Após observados os parâmetros e determinados os pesos para cada uma das suas classes, definiu-se o índice de suscetibilidade à inundação (ISI). Trentin e Prina (2014) determinaram as áreas de suscetibilidade a partir de dados de declividade e hipsometria, ou seja, utilizaram dados relativos à geometria do ambiente. Neste trabalho, entretanto, julgou-se que além das características geomorfológicas, as ações do homem também contribuem para intensificar os processos de inundação uma vez que os processos de urbanização, por exemplo, impermeabilizam o solo, diminuem a taxa de percolação da água no solo de determinada área e, aumenta a probabilidade de ocorrer a inundação. Por este motivo, determinou-se que o parâmetro uso e ocupação de solo é primordial na determinação dos locais mais suscetíveis à inundação. Os locais mais suscetíveis à inundação são aqueles que possuem um maior valor de Índice de Suscetibilidade à Inundação – ISI, ou seja, é a soma dos valores atribuídos aos parâmetros drenagem do solo, declividade da área e tipo de uso e ocupação do solo de uma determinada superfície do município (fórmula 1).

$$ISI = Dr + De + UO$$

fórmula 1

Onde:

ISI – índice de Suscetibilidade à Inundação

Dr= peso da classe de drenagem da área

De = peso da classe de declividade da área

UO = peso da classe de Uso e ocupação do solo da área

Além do cálculo do índice, é preciso classificar os valores obtidos separando-os em intervalos que correspondem à uma classe de suscetibilidade de inundação. Após o cálculo do índice, determinam-se áreas representativas com ISI muito baixo, baixo, moderado, alto ou muito alto. Isto significa dizer que Ao final, tem-se os seguintes intervalos de classificação dos resultados obtidos pela aplicação da fórmula 1 (tabela 4):

Tabela 4: Classe de ISI

Classe	Características	Intervalo ISI
Muito baixo	Áreas de solo com característica bem drenada a moderadamente drenada associada à uma declividade superior a 15%, com presença de vegetação.	3-10
Baixo	Áreas com solo moderadamente a imperfeitamente drenado, declividade superior a 5% mas com presença de vegetação ou solo exposto.	11-15
Moderado	Áreas com solo imperfeitamente drenado a mal drenado, podendo estar associado a declividades inferior a 5% ou áreas impermeáveis.	16-20
Alto	Áreas imperfeitamente ou mal drenadas, de baixa declividade e áreas impermeáveis.	21-25
Muito alto	Áreas mal a muito mal drenadas, com declividade inferior a 2% e superfície impermeável.	Maior que 25

A partir daí as informações de cada parâmetro utilizado na análise compõe uma camada de informação no software GIS para gera-se a informação espacial, na forma de mapa com as classes acima descritas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os mapas obtidos a partir da aplicação do método acima são abaixo apresentados:

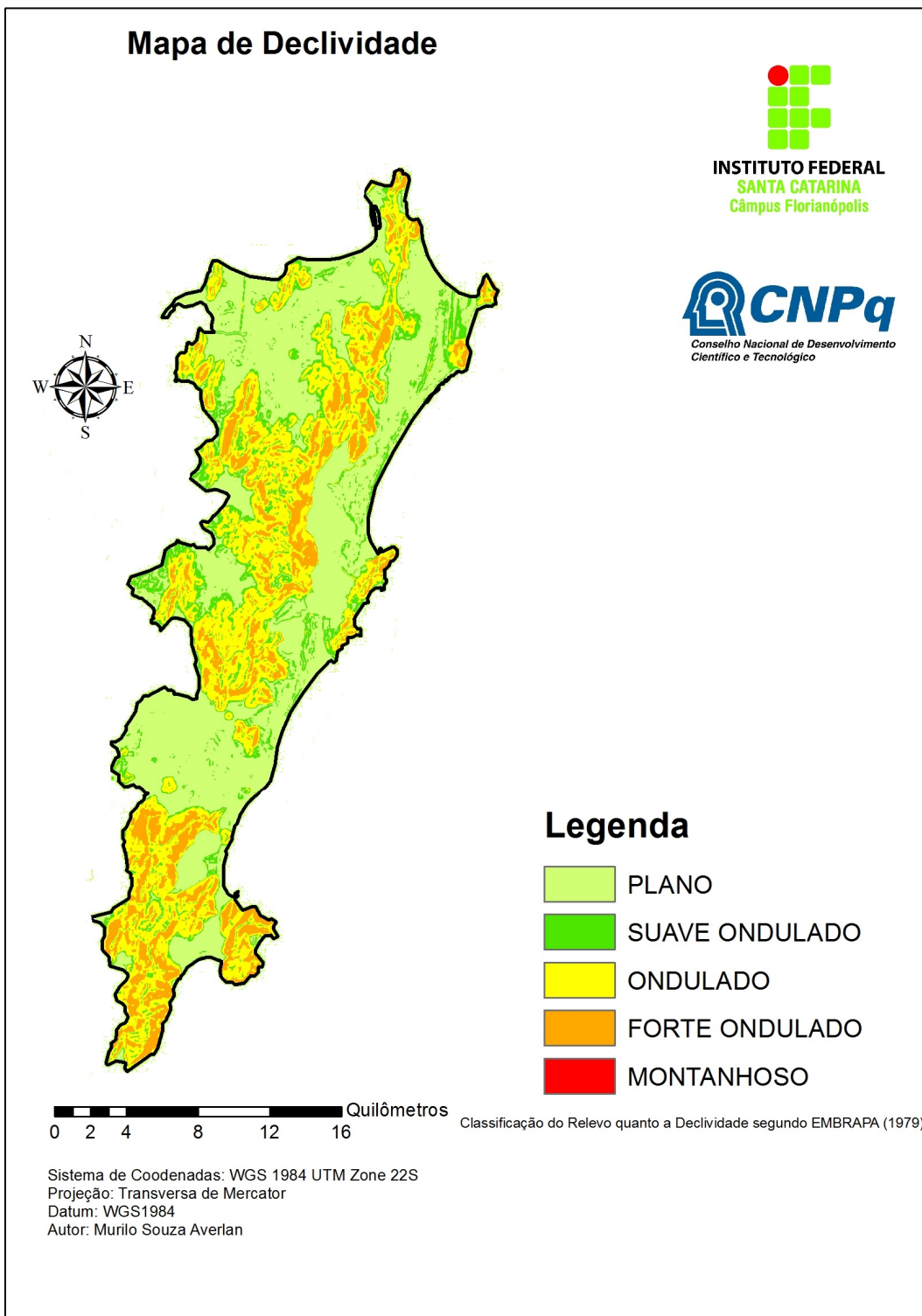


Figura 2: Mapa de declividade

O mapa de declividade (figura 2) mostra grandes áreas do município com superfície plana (0 a 3% de declividade) a suave ondulado (3% a 8% de declividade) (tons de verde) nas regiões noroeste e nordeste, estendendo-se até a porção Sul da Ilha. Observa-se também a existência de

áreas com relevo ondulado (8% a 20% de declividade) a forte ondulado (20% a 45% de declividade).

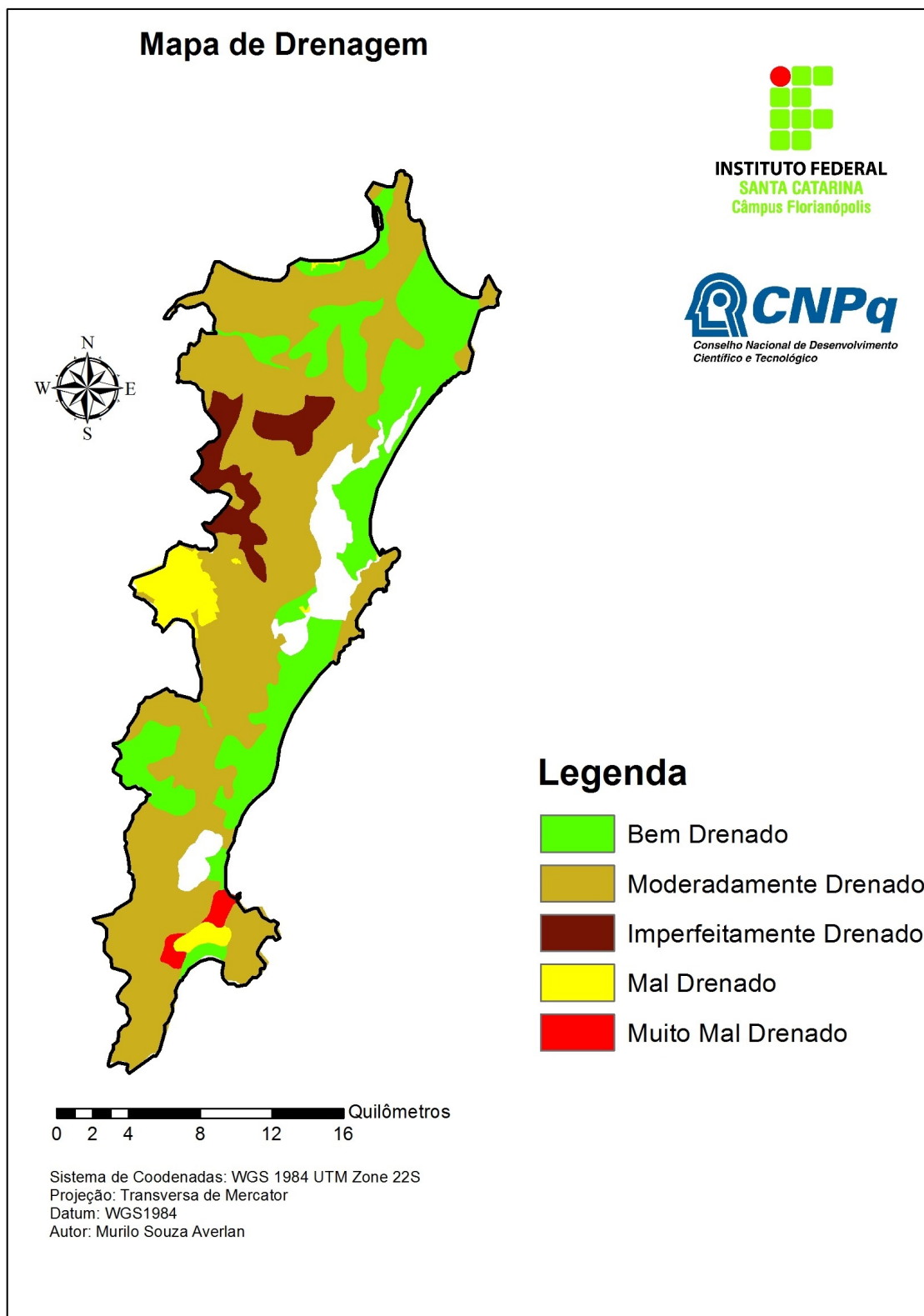


Figura 3: Mapa de Drenagem

Das áreas cujo solo apresenta boa característica de drenagem (neossolos) (figura 3) verificam-se que se localizam, em sua grande parte, nas áreas com terrenos de declividade plano a ondulado, à exceção da mancha amarela à oeste no mapa de drenagem, que corresponde à região central do município, com uma maior impermeabilização da superfície, e portanto, mal drenado. Observa-se a predominância de solos moderadamente drenados (cambissolo) se analisarmos as classes de modo isolado. Os cambissolos estão presentes em diferentes regiões do mapa, em locais de diferente relevo.

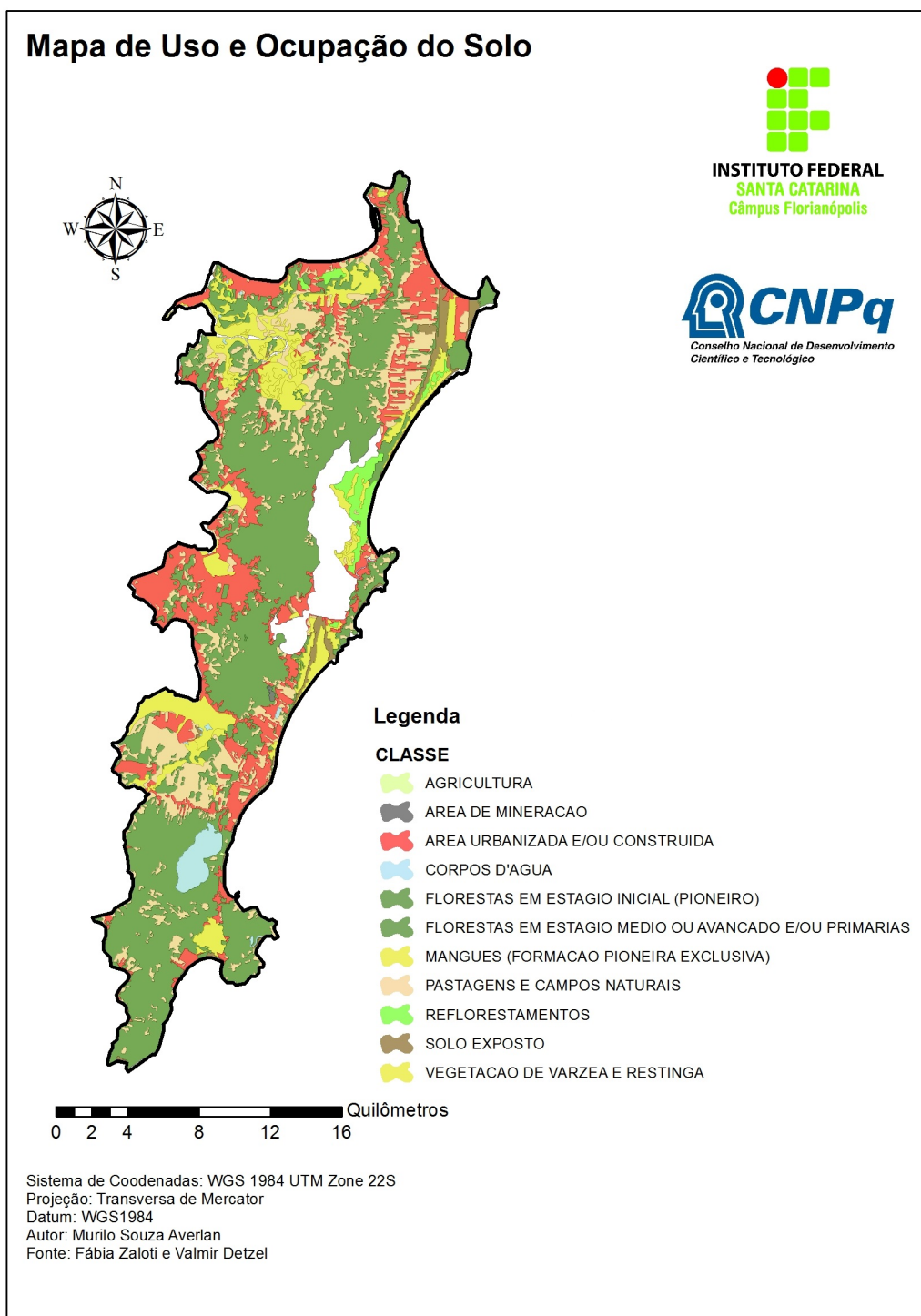


Figura 4: Mapa de uso e ocupação do solo

O mapa de uso e ocupação do solo do município foi gerado pela FATMA e adaptado para este artigo mostrando apenas as classes referentes à porção insular de Florianópolis. As manchas verdes que indicam as classes de floresta localizam-se nas áreas de relevo ondulado a forte



12º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial  
10º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países do Mercosul  
7º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países da América Latina  
ISBN 1980 - 4520

ondulado. A áreas em vermelho que correspondem aos espaços mais urbanizados distribuem-se praticamente contornando a Ilha nas regiões de relevo plano a suave ondulado, à exceção da região central do município onde a urbanização atinge o Maciço do Morro da Cruz, cujo relevo é ondulado a forte ondulado e o solo é mal drenado. Na região norte da Ilha, as áreas urbanizadas encontram-se sobre solos moderadamente drenados e bem drenados. O mesmo ocorre na porção sudeste.

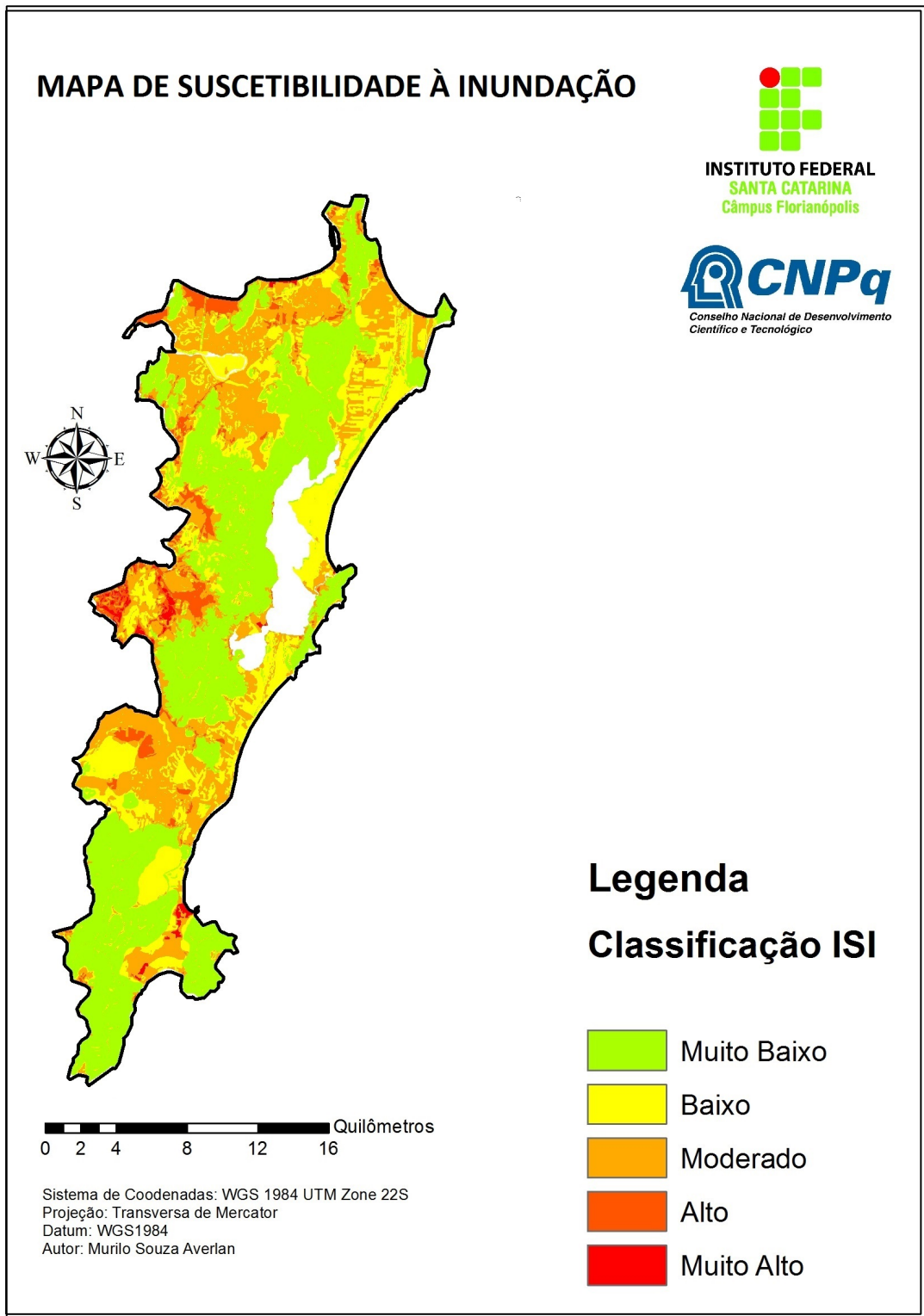


Figura 5: Mapa ISI

Como descrito no método da pesquisa, realizou-se a soma das camadas de informação (parâmetros de análise) num ambiente SIG de modo a se calcular o índice ISI e espacializar seu resultado sob a forma de um mapa (figura 5).

Verifica-se haver uma similaridade entre o contorno das feições apresentadas no mapa de uso e ocupação de solo e no mapa de suscetibilidade à inundação (figuras 3 e 4). Esta similaridade não ocorre por acaso. As áreas mais densamente povoadas estão localizadas nas áreas mais planas do município, uma vez que a formação de montanhas de granito da Ilha torna a densificação populacional em áreas mais declivosas mais localizada, ocorrendo principalmente (mas não exclusivamente) próxima às áreas planas da região central e bairros vizinhos.

O resultado apontado pelo mapa ISI aponta áreas de risco muito alto de inundação locais com uso de área urbanizada, com solo mal drenado ou muito mal drenado nas porções em áreas de relevo plano a suave ondulado.

Verifica-se, porém, a existência de áreas de ISI moderado também relacionados a relevo plano a suave ondulado tanto ao norte quanto ao sul do município onde há a ocorrência de áreas urbanizadas em áreas de solo considerado bem drenado. Este processo de urbanização, nestas áreas, está contribuindo para um aumento na possibilidade de ocorrência de inundações em áreas que, por sua característica geológica não propicia o acúmulo superficial da água pluvial.

Ainda na porção noroeste do mapa ISI verifica-se o avanço das áreas urbanizadas sobre áreas de pastagem, campos naturais e restinga onde a suscetibilidade à inundação varia de moderada a baixa. Caso não sejam tomadas medidas para coibir a expansão desta mancha urbana, a tendência é de que toda a área passe a adquirir um risco moderado.

#### **4 CONCLUSÕES**

O método utilizado mostrou-se eficaz para uma análise inicial sobre as áreas com alta a muito alta suscetibilidade à inundação. O método pode ser aplicado a diferentes municípios brasileiros pois, os dados de entrada foram produzidos por instituições brasileiras e catarinenses e estão disponíveis para serem utilizadas.

Neste artigo verificou-se que a região de entorno do Maciço do Morro da Cruz (porção centro-oeste do mapa) temos áreas de suscetibilidade alta a muito alta para a ocorrência de inundações, dado o somatório de características de drenagem de solo, ocupação e declividade. Nas regiões Norte e Sul da Ilha também se observam manchas com a mesma suscetibilidade da região central do município. As áreas menos suscetíveis são aquelas cobertas por vegetação e com relevo ondulado a forte ondulado.

Ainda sobre os dados de entrada (mapa de solos, modelo digital de elevação e de uso e ocupação do solo), salienta-se que possuem grande escala (1:50 000 ou maior), isto significa que o mapa ISI produzido deve ser utilizado para uma análise em nível de planejamento municipal, apoiando estudos que devem ser realizados a posteriori com um maior grau de detalhamento.

Por fim, entende-se ser de grande valia a análise e cruzamento de dados em ambiente de sistema de informação geográfica (SIG) visando a criação e a sistematização de informações geográficas.

A próxima etapa do trabalho será fazer um levantamento de dados acerca das áreas de recorrentes inundações no município de modo a validar o mapa ISI gerado por esta metodologia cuja análise será feita por regiões.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao CNPq por propiciar as bolsas de iniciação científica aos alunos e ao IFSC, em especial ao Departamento Acadêmico de Construção Civil do Campus Florianópolis por propiciar um espaço de inclusão à pesquisa nos cursos oferecidos.

### **Referências Bibliográficas**

ALMEIDA, E. S.; RODRIGUES, R. M.; **Caracterização Geológica da Ilha de Santa Catarina a partir de técnicas de SR e SIG visando a implementação de túneis viários**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, abril 2003, INPE, p. 1695 - 1702.

FERREIRA, J. de A.; RIBEIRO, M. da S.; **Geologia e Geomorfologia da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. UFSC. 2012.

HORA, S. B. da; GOMES, R. L.; **Mapeamento e avaliação do risco a inundações do rio Cachoeira em trecho de área urbana do município de Itabuna/BA**, Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (2): 57-75, ago. 2009.

PRINA, B. Z; TRENTIN, R.; **Metodologia para mapeamento de áreas suscetíveis à inundações: estudo de caso para o município de Jaguari/RS**. XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, Gramado/RS, 2014. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/anais.html>. Acessado em 15 de julho de 2016.

TUCCI, C. E. M.; **Gerenciamento da Drenagem Urbana**, Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 7 n.1 Jan/Mar 2002, p. 5-27.

SEABRA, V. da S.; **Uso de modelos digitais de elevação para mapeamento de variáveis**  
**Anais do COBRAC 2016 - Florianópolis –SC – Brasil - UFSC – de 16 à 20 de outubro 2016**



12º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial  
10º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países do Mercosul  
7º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países da América Latina  
ISBN 1980 - 4520

**morfométricas no relevo da bacia hidrográfica do Rio São João**, Revista Tamoios, ano 08. N.1, pags. 68 a 79, 2012

SOBREIRA, S. G.; SOUZA, L. A. de; **Cartografia Geotécnica Aplicada ao Planejamento Urbano**, Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, p. 79-97, disponível em: [http://abge.org.br/uploads/revistas/r\\_pdf/RevistaABGE-art3.pdf](http://abge.org.br/uploads/revistas/r_pdf/RevistaABGE-art3.pdf)

ZUQUETTE, L.; GANDOLFI, N.; **Cartografia Geotécnica**, Ed. Oficina de Textos, 2004.