



SUMÁRIO

34375 - INDÍCIOS DE AMBIENTALIZAÇÃO NOS DOCUMENTOS INSTITUCIONAIS DA UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE-UNESC Valeska Paulo Fernandes ¹ , Maria Laura Soares Bernardo ¹ , Nicolli Domingues Naspolini ¹ , Miriam da Conceição Martins ²	2
34608 - ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE/SC Fabiane Nunes Gonçalves ¹ , Álvaro José Back ² , Thaise Sutil ³ , Danrlei De Conto ⁴	13
35349 - ANÁLISE DO ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC) APLICADO À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA/SC. Marlon Domingos Cury, Daniel Pazini Pezente, Fabiane Nunes Gonçalves, Thaise Sutil, Juliana Debiasi	24
35374 - MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE AO RISCO À INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA, EMPREGANDO O MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA - AHP Marlon Domingos Cury ¹ , Thaise Sutil ¹ , Nilzo Ivo Ludwig ¹ , Juliana Debiasi Menegasso ¹ , Danrlei De Conto ² , Leticia da Costa Dutra ²	35

Trabalho Completo de Pesquisa

34375 - INDÍCIOS DE AMBIENTALIZAÇÃO NOS DOCUMENTOS INSTITUCIONAIS DA UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE-UNESC

Valeska Paulo Fernandes¹, Maria Laura Soares Bernardo¹, Nicolli Domingues Naspolini¹, Miriam da Conceição Martins²

¹Curso de Ciências Biológicas-bacharelado,

²Laboratório de Ensino de Ciências,

Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil.

Este trabalho tem como objetivo contribuir com as Políticas de ambientalização e sustentabilidade na Educação Superior na UNESC, identificando indícios de ambientalização. Frente a esse desafio, a presente pesquisa investiga uma temática em evidência nos discursos e nas mídias: a sustentabilidade e suas dimensões, o que nos remete ao processo de ambientalização nas Instituições de Ensino Superior. Foi realizada análise documental nos seguintes documentos institucionais, Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI); Projeto Pedagógico Institucional ou Plano Político Institucional (PPI); Política de Meio Ambiente e Valores Humanos (PA), estes foram organizados no programa MAXQDA, onde foram considerados os documentos que apresentavam mais de três das onze dimensões propostas pelo projeto (indícios de ambientalização). As análises mostraram alto índice de ambientalização presente nos documentos institucionais PDI, PPI, PA onde se mostrou relevante o indício da existência de espaços de reflexão que trabalham este tema na instituição UNESC, bem como a existência de uma política de ambientalização vinculada a tais documentos. Podemos concluir que a instituição de ensino superior UNESC possui alto índice de ambientalização com base nas análises documentais. O presente trabalho demonstra o empenho da UNESC, no âmbito documental, em fortalecer a ambientalização e sustentabilidade.

Palavras-chave: PDI, PPI, ambientalização, sustentabilidade, UNESC.

Fonte financiadora: Fapesc/ Unesc.

1 INTRODUÇÃO

A constituição do Brasil de 1988 estabelece em seu artigo 225, que “todos temos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. (BRASIL, 1988, p. 138).

Guimarães et al. (2009, p. 49) afirmam que “a Educação Ambiental vem cada vez mais se difundindo em todos os setores da sociedade”, corroborando com o papel de crucial



importância das universidades para disseminação e transformação, da mesma forma como Morales (2009, p. 185), destaca:

A crise do conhecimento científico exige um novo papel da universidade, que é convocada a construir uma racionalidade que induza à transformação de paradigmas científicos tradicionais e a promoção de novos conhecimentos e integração de diferentes saberes, com a participação da sociedade.

Para Tauchen e Brandli (2006, p. 503), “o papel assumido pelas Instituições de Ensino Superior no processo de desenvolvimento tecnológico, na preparação de estudantes e fornecimento de informações e conhecimento, pode e deve ser utilizado também para construir o desenvolvimento de uma sociedade sustentável e justa”.

Para que isso aconteça, entretanto, é extremamente importante que a Instituição de Ensino Superior (IES) promova princípios e práticas da sustentabilidade, atingindo todos os seus níveis, docentes, funcionários e alunos (TAUCHEN; BRANDLI, 2006). Marcomin e Silva (2009) ressaltam a necessidade de uma interação entre vários setores, incluindo ensino, pesquisa e extensão para a incluir a temática ambiental no centro da universidade. Ainda para Marcomin e Silva (2009, p.107), “Essa integração deverá refletir mudanças efetivas de conceitos, hábitos e práticas de gestão nos diversos níveis, da reitoria à sala de aula”.

Na atualidade, o aumento do compromisso das universidades com a ambientalização pode ser verificado em importantes estudos e trabalhos no Brasil (KITZMANN, 2007; GUERRA; FIGUEIREDO, 2011; KITZMANN; ASMUS, 2012; RUSCHEINSKY, et al., 2014) e em universidades espanholas (BARRON; NAVARRETE; FERRER-BALAS, 2010).

Segundo o Ministério da Educação com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental – DCNEA,

As legislações educacionais regulamentadoras (tais como decretos, resoluções e portarias) ainda não explicam como se dará, na prática, a abordagem desta temática nos estabelecimentos de ensino, nem prescrevem os princípios, diretrizes operacionais e pedagógicas para o seu trato transversal nos níveis e modalidades da educação (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2013, p. 2).

Uma forma de “atrelar” as legislações às aplicações nos estabelecimentos de ensino está na ambientalização curricular que está relacionada a um processo de



mudanças de perspectivas e reformas de pensamentos para que estejam inseridas nas matrizes curriculares integrando e interagindo temas socioambientais aos seus conteúdos e práticas (ARRUDA, et al., 2015).

Para Martins e Frota (2013, p. 12),

A Educação Ambiental inserida em diversas instâncias curriculares, numa perspectiva de interdisciplinaridade, busca maiores e melhores possibilidades de efetiva implantação, na procura da consecução de seus objetivos educacionais e na consolidação de valores ambientalmente corretos.

Essa temática é de crucial relevância, uma vez que, para além de todas as responsabilidades que lhes são inerentes, as IES precisam: a) intervir e participar ativamente de um movimento de reflexão-ação para a Educação Ambiental; b) intervir e participar na formação de profissionais e cidadãos para atuarem dentro de uma perspectiva de melhoria da qualidade de vida; c) propiciar a criação de espaços que permitam a ambientalização curricular (SILVA; MARCOMIN, 2007; MARCOMIN; SILVA, 2010). Logo, para abranger esses múltiplos contextos, as IES precisam assumir seu papel social de autênticos espaços educadores sustentáveis, na inserção da sustentabilidade socioambiental na gestão, na organização curricular, na formação profissional, nos materiais didáticos e no fomento da cidadania, como determinam as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (BRASIL, MEC/CNE, 2012) e o Plano Nacional de Educação - PNE. Sob essa perspectiva, “o ambiente transforma as ciências e gera um processo de ambientalização interdisciplinar do saber” (LEFF, 2011, p. 146).

Neste contexto, esta pesquisa está inserida na Região Sul, mais especificamente na cidade de Criciúma, onde possuía como base econômica a mineração trazendo um grande desenvolvimento industrial onde a Universidade do Extremo Sul Catarinense-UNESC está localizada, Fortunato (2008, p.11) destaca:

O desenvolvimento industrial catarinense caracterizou-se por uma divisão territorial de trabalho que redimensionou a Região Sul Catarinense nas suas diversas atividades econômicas, principalmente no que se refere as carboníferas. O redimensionamento ocorre em cidades como, Criciúma na extração do carvão mineral, Tubarão na transformação do carvão em energia, Imbituba na industrialização do rejeito do carvão (a indústria carboquímica catarinense - atualmente desativada) e Criciúma, Içara e Urussanga no beneficiamento, extração e na atividade ceramista.



Esta extração trouxe crescimento econômico para Criciúma (FORTUNATO, 2008). Nesta perspectiva, a Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, localizada na cidade de Criciúma, está “inserida na bacia carbonífera catarinense” (SCHEIBE, 2002, p. 55), “A “região carbonífera” é caracterizada pela presença do carvão mineral no subsolo de vários municípios que compõe a Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC)” (FORTUNATO, 2008, p. 16). “Assim como toda exploração de recurso natural, a atividade de mineração provoca impactos no meio ambiente seja no que diz respeito à exploração de áreas naturais ou mesmo na geração de resíduos” (SILVA, 2007, p. 3).

Silva (2007, p. 2) ainda destaca:

A mineração, evidentemente, causa um impacto ambiental considerável. Ela altera intensamente a área minerada e as áreas vizinhas, onde são feitos os depósitos de estéril e de rejeito. Além do mais, quando temos a presença de substâncias químicas nocivas na fase de beneficiamento do minério, isto pode significar um problema sério do ponto de vista ambiental.

Lugares próximos a estas jazidas acabam atraindo à urbanização de indivíduos de baixa renda devido ao baixo preço das terras adjacentes as pedreiras, ocasionando crescimento desordenado e falta de planejamento urbano (BACCI; LANDIM; ESTON, 2006).

Diante do exposto, percebe-se a necessidade de que estas questões sejam discutidas nos processos de formação nos cursos universitários, “a temática da ambientalização e da ambientalização curricular constitui-se, um campo profícuo de investigação, no sentido de dar visibilidade à temática ambiental, abrindo caminhos para discussões, tomadas de decisão e compromisso com a implementação de ações de responsabilidade socioambiental” (GUERRA, et al., 2015, p. 13).

Frente a esse desafio, o presente projeto investiga uma temática em evidência nos discursos e nas mídias: a sustentabilidade e suas dimensões, o que nos remete ao processo de ambientalização nas IES. Assim, é preciso investigar nos documentos curriculares e institucionais da IES como se dá essa inserção. A relevância da pesquisa também se justifica pelas contribuições ao desenvolvimento do campo ambiental e educacional nas IES; a produção e socialização de conhecimento sobre currículos e práticas inovadoras em sustentabilidade e responsabilidade socioambiental.

3 METODOLOGIA



Foram realizadas análises documentais nos seguintes documentos institucionais da Universidade do Extremo Sul Catarinense-UNESC:

- Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI);
- Projeto Pedagógico Institucional ou Plano Político Institucional (PPI);
- Política de Meio Ambiente e Valores Humanos (PA);

Foram selecionadas onze dimensões, com o intuito de caracterizar a presença da ambientalização e sustentabilidade nestes documentos. Tais dimensões foram selecionadas de acordo com os critérios de ambientalização curricular do projeto RISU (Rede de Indicadores de evaluación de la sustentabilidad en Universidades Latinoamericanas), rede operativa vinculada à Alianza de Redes Ibero-americanas de Ambiente e Sustentabilidade (ARIUSA) que englobam as dimensões A, B, C e K. As dimensões D até J foram selecionadas pelo projeto Rede ACES- Ambientalização Curricular de Estudos Superiores (2004).

As dimensões selecionadas são as seguintes:

- Política de Ambientalização/Sustentabilidade/Meio Ambiente/Responsabilidade socioambiental (código A);
- Gerenciamento/monitoramento de bens e serviços naturais (código B);
- Sensibilização, participação democrática e comunicação “Educação Ambiental” (código C);
- Compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza (código D);
- Complexidade: diálogo em torno da ecologia de saberes, trabalho em redes (disciplinas que trabalham com vários conceitos integrados como saúde, política e meio ambiente foram consideradas com potencial para explorar o pensamento complexo) (código E);
- Contextualização local, global, local-global, global-local (disciplinas que trabalham com avaliação de impacto e risco ambiental) (código F);
- Consideração dos sujeitos na construção dos saberes e fazeres (disciplinas que trabalham com discussões, exposições participativas, planejamento participativo de atividades e atividades em grupo foram consideradas dentro desta característica) (código G);



- Consideração das relações com a comunidade e o entorno (as disciplinas que desenvolvem atividades práticas na comunidade) (código H);
- Coerência e reconstrução entre teoria e prática (código I);
- Construção de espaços permanentes de reflexão, formação e atualização (Espaços de reflexão e participação democrática - participação em projetos de intervenção e pesquisas, trabalhos em grupo, trabalho de campo, entre outros) (código J);
- Adoção de valores como solidariedade, cooperação e responsabilidade (código K).

Os documentos institucionais foram organizados no programa MAXQDA (programa de análise de auto desempenho). Este programa faz uso de um sistema de códigos, as palavras chaves para cada código são as mesmas que compõe cada dimensão, desta forma, no fim da análise o programa apresenta a frequência de cada dimensão nos documentos analisados. Os resultados dos documentos foram organizados no programa Microsoft Excel, para verificar o grau de ambientalização e quais dimensões mais relevantes em cada documento.

4 RESULTADOS

Das análises realizadas no documento institucional PDI foram detectadas 40 codificações, sendo que 20 codificações pertenceram à dimensão A (Política de Ambientalização/Sustentabilidade/Meio Ambiente/Responsabilidade socioambiental). A dimensão J (Construção de espaços permanentes de reflexão, formação e atualização) representou 6 das codificações totais, seguida pela dimensão C (Sensibilização, participação democrática e comunicação “Educação Ambiental”) com 5 codificações totais.

O PPI apresentou 27 codificações, sendo 15 pertencentes à dimensão A, 5 à dimensão C e 4 à dimensão D (Compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza).

O PA mostrou resultados semelhantes quando comparados com os documentos acima citados, com um total de 20 codificações totais, 7 destas pertencem a dimensão A. Neste documento, a dimensão J apresentou 6 codificações e 3 codificações pertencentes a dimensão C.



A dimensão J faz uso da construção de espaços permanentes de reflexão, formação e atualização, onde pode englobar trabalhos de pesquisa e participação em projetos de intervenção. Os mesmos resultados foram encontrados por Guerra (2013) se mostrando pouco aplicado mais ainda assim presente na instituição, contudo este indicador acaba se tornando um desafio para sua implementação. Para tal indicador ser pertinente seriam necessárias mudanças, destaca Morin (2003, p. 20) “a reforma do ensino deve levar à reforma do pensamento, e a reforma do pensamento deve levar à reforma do ensino”, para incentivar o uso destes espaços.

A partir de trabalhos feitos por Kitzmann e Asmus (2012) sobre ambientalização, estes criaram um quadro de características, uma forma de representar a classificação curricular em três dimensões. A dimensão abrangência se divide em duas formas, a microescala quando trabalha a ambientalização em alguns cursos, e a macroescala, quando a ambientalização faz uso de espaços da própria instituição. No caso da instituição UNESC, podemos observar que esta está indo para o grau de macroescala segundo a dimensão abrangência, sendo que esta dimensão ocorreu nos documentos PDI e PA.

Quando trabalhamos a dimensão A nas análises dos documentos, podemos destacar estudos feitos por Carniatto, Junior e Mota (2015) com base em entrevistas na instituição UNIOESTE, concluem que na universidade existem documentos que norteiam as políticas de sustentabilidade e que também está integrado ao PDI da instituição. O mesmo foi encontrado nos documentos PDI, PPI e PA da UNESC, onde tal dimensão se sobressaiu sobre todas as outras.

Trabalhos apresentados por Wachholz e Carvalho (2015) concluem que a instituição PUCRS está abaixo da média geral, embora a temática ambiental esteja em seu Plano Estratégico da Universidade e que existem comitês de Gestão ambiental, a instituição se deparou com poucos profissionais que se dedicam exclusivamente a esta temática, bem como a inexistência de um serviço que realize estas atividades ambientais. Este resultado difere dos documentos institucionais da UNESC, onde esta possui o PPI e traz nos objetivos específicos e bases filosóficas na UNESC a inserção da temática ambiental através resolução Política de Meio Ambiente e Valores Humanos (PA), que trabalha juntamente com os coordenadores de todos os cursos para implementação da abordagem ambiental. Um exemplo disto é a Semana do Meio Ambiente realizada todos os anos no campus, bem como a existência de profissionais que trabalham com a temática ambiental, mesmo que



em poucas quantidades mais que desempenham seu papel com compromisso, mostrando que a UNESC se sobressai quando analisada a ambientalização e sustentabilidade.

Estudos feitos por Cunha et al. (2015) concluem que na instituição UDESC, não existem documentos que norteiam a política de sustentabilidade, e que tal documento deve ser priorizado para constituir a base de planejamento da ação estratégica de sustentabilidade. Este documento como já mencionado está presente na UNESC, e tais ações estratégicas de planejamento podem ser encontradas nos três documentos institucionais que servem como base para a implementação da ambientalização e sustentabilidade, PDI, PPI e PA.

Guimarães et al., (2009, p. 56-7) então concluem que a criação e formação de redes nas quais haja interação entre educadores, professores e pesquisadores dentro da instituição de ensino, bem como em suas comunidades, “nos parece assumir um papel de centralidade na elaboração de proposta de lutas e fortalecimento desta educação ambiental que acreditamos contribuir na construção da sustentabilidade, em uma nova relação entre natureza e sociedade”.

5 CONCLUSÃO

Podemos concluir que a Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC apresenta indícios de ambientalização, mostrando através dos documentos institucionais o empenho da UNESC, em fortalecer a temática ambiental. No entanto, são necessárias novas pesquisas para determinar a existência da prática que tais documentos afirmam realizar.

REFERÊNCIAS

ARIUSA. **Alianza de redes iberoamericanas de universidades por la sustentabilidade y el ambiente**. SÁENZ, O. (Coord.). 2014. Disponível em: <<http://ariusa.net/es/sobre-ariusa/mision>>. Acesso em: 14 de maio de 2016.

ARRUDA, M. P.; LIMA, L. C.; ANDRADE, I. C. F.; LISBOA, M. D. Ambientalização curricular: o desafio da religação de saberes para o ensino superior. **Educação Ambiental em Ação**, v. 53, p. 102-125, 2015.



- BACCI, D. L. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 59, n. 1, p. 47-54, 2006.
- BARRON, A.; NAVARRETE, A.; FERRER-BALAS, D. Sostenibilización curricular en las Universidades Españolas: ha llegado la hora de actuar?. **Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, España, v. 7, n. Extraordinário, p. 388-399, 2010.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. Art. 225. Capítulo VII: Do Meio Ambiente. Brasília, 1988.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. Art. 225. Capítulo VII: Do Meio Ambiente. Brasília, 1988.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação CNE. Resolução nº 2 de 15 de junho de 2012. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental**. Brasília: MEC/CNE.
- CARNIATTO, I.; JUNIOR, E. J. H.; MOTA, J. G. O. Programas de sustentabilidade na gestão das instituições de ensino superior. **Revista Contrapontos**, UNIOESTE, v. 15, n. 2, p. 333-348, 2015.
- CUNHA, I. C.; FREITAS, M. J. C.; MENDONÇA, A. W.; BOGO, A. Compromissos de sustentabilidade na universidade do estado de Santa Catarina-UDESC, Brasil: estudo de caso do projeto rede de indicadores de universidades sustentáveis – RISU. **Revista Contrapontos**, UDESC, v. 15, n. 2, p. 204-227, 2015.
- FORTUNATO, E. M. **Capital do carvão**: identidade em conflito. 2008. 43 f. Monografia (Pós-graduação). Área de concentração: Geografia – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, sc.
- GUERRA, A. F. S. Ambientalização curricular e sustentabilidade na universidade: concepções de professores e coordenadores de cursos de graduação da UNIVALI. In: Congresso Nacional de Educação EDUCERE, 11., 2013, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba, 2013. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/13045_6588.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2016.
- GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L. **Educação para a sustentabilidade: proposta de inovação pedagógica na ambientalização curricular nos Cursos de Licenciatura da FURG**. Projeto de pós-doutorado. Rio Grande, Universidade Federal de Rio Grande, 2011.
- GUERRA, A. F.; FIGUEIREDO, M. L.; ORSI, R. F. M.; STEUCK, E. R.; CARLETTO, D. L.; DA SILVA, M. P.; LUNA, J. M. F. **Ambientalização na educação superior**: trajetória e perspectiva. In: GUERRA, A. F. et. al. Ambientalização e sustentabilidade nas universidades: subsídios, reflexões e aprendizagens. 1º ed UNIVALI: Itajaí, 146 p. 2015.



- GUIMARAES, M.; SOARES, A. M. D.; BARRETO, M. P.; CARVALHO, N. A. O. Educadores Ambientais nas Escolas: as redes como estratégias. **Cadernos CEDES**. Campinas, v. 29, n. 77, p. 49-62, 2009.
- KITZMAM, D.; ASMUS, M. Ambientalização sistêmica - do currículo ao socioambiente. **Currículo sem Fronteiras**, FURG, v. 12, n. 1, p. 269-290, 2012.
- KITZMANN, D. Ambientalização de espaços educativos: aproximações conceituais e metodológicas. **Revista eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**. v. 18, p. 553-573, 2007.
- LEFF, E. **Saber ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 8. ed. Petropolis- RJ: Vozes, 2011.
- MARCOMIN, F. E.; SILVA, A. D. V. A sustentabilidade no ensino superior brasileiro: alguns elementos a partir da prática de educação ambiental na universidade. **Contrapontos**, Itajaí, v. 9, n. 2, p. 104-117, 2009.
- MARCOMIN, F. E.; SILVA, A. D. V. **A sustentável leveza da universidade**. In: GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L. Sustentabilidades em diálogos. Itajaí: Univali, p. 171-189, 2010.
- MARTINS, M. C.; FROTA, P. R. O. Educação ambiental: a diversidade de um paradigma. Ed. Ediunesc: Criciúma, 225 p., 2013.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Coordenação Geral de Educação Ambiental. 27 p., 2013. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao13.pdf>>. Acesso em: 03 de maio de 2016.
- MORALES, A. G. M. A formação dos profissionais educadores ambientais e a universidade: trajetórias dos cursos de especialização no contexto brasileiro. **Educar**, Curitiba, n. 34, p. 185-199, 2009.
- MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução: Eloá Jacobina. 8º ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 128 p., 2003.
- REDE ACES. **Ambientalización curricular de los estudios superiores**. Proceso de Caracterización de la Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores. Girona: Universitat de Girona - Red Aces, 220 p., 2004.
- RUSCHEINSKY, A.; GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L.; LEME, P. C. S.; RANIERI, V. E. L.; DELITTI, W. B. C. **Ambientalização nas instituições de educação superior no Brasil: caminhos trilhados, desafios e possibilidades**. 1 ed. São Carlos-SP: EESC/USP, 2014.
- SCHEIBE, L. F. **O Carvão de Santa Catarina: Mineração e consequências ambientais**. In: TEIXEIRA, E. C.; PIRES, M. J. R. (Coord.). Meio Ambiente e Carvão: Impactos da



Exploração e Utilização. Porto Alegre, RS: PADCT/GTM 2002. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental). p. 45-63.

SILVA, A. D. V.; MARCOMIN, F. E. **A universidade sustentável: alguns elementos para a ambientalização do ensino superior a partir da realidade brasileira.** In: Actas do I Congresso Internacional de Educacion Ambiental dos Países Lusofonos e Galicia. Santiago de Compostela: Actas. CEIDA / Universidad de Santiago de Compostela, v. único, 2007.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, n. 8, 13 p., 2007.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 503-515, 2006.

WACHHOLZ, C. B; CARVALHO, I. C. M. Indicadores de sustentabilidade na PUCRS: uma análise a partir do projeto rede de indicadores de avaliação da sustentabilidade em universidades latino- americanas. **Revista Contrapontos**, PUC/RS, v. 15, n. 2, p. 279-296, 2015.

Trabalho Completo de Pesquisa

34608 - ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE/SC

Fabiane Nunes Gonçalves¹, Álvaro José Back², Thaise Sutil³, Danrlei De Conto⁴

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais,

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina,

³Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais,

⁴Laboratório de Pesquisa em Planejamento e Gestão Territorial,
Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil.

As mudanças climáticas ameaçam as sociedades que dependem do uso dos recursos naturais, sobretudo para a agricultura e principalmente quando tais alterações se apresentam como eventos extremos. Cenários climáticos projetam uma elevação nos eventos extremos de chuva e de seca, sendo de extrema importância estudar e caracterizar tais fenômenos e apurar a sua tendência em termos de frequência e intensidade, contribuindo desta forma para um melhor conhecimento desses efeitos sobre o estado de Santa Catarina. As anomalias de chuva podem ser quantificadas e avaliadas por meio de diversas metodologias, dentre elas o Índice de Concentração de Precipitação (ICP). Seu uso é recomendado, pois fornece informações sobre variabilidade total de longo prazo na quantidade de precipitação recebida. O presente artigo objetivou analisar a variabilidade temporal anual, semestral e estacional do Índice de Concentração de Precipitação no município de Praia Grande/SC, num período de 40 anos (1976 a 2015), bem como, foi analisado dois subperíodos independentes de 20 anos (1976-1995 e 1996-2015). Os resultados mostraram que para o ICP anual 40% do período estudado apresentou concentração sazonal de precipitação uniforme. O primeiro semestre apresentou concentração sazonal em 45% da série, já para o segundo semestre esse valor foi de 65%. No verão e primavera menos de 15% da série não foi uniforme. No outono e inverno mais de 70% da série foi classificada como uniforme. Desse modo, pode-se concluir que o município de Praia Grande/SC apresentou boa distribuição e concentração de precipitação no período de 1976 a 2015.

Palavras-chave: precipitação; índices de chuva; séries climáticas.

Fonte Financiadora: Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina - FAPESC e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro.

1 INTRODUÇÃO

O século atual tem enfrentado intensas alterações no clima e, em algumas situações, mais intensas do que se projetava. As mudanças climáticas ameaçam as sociedades que dependem do uso dos recursos naturais, sobretudo para a agricultura e principalmente quando tais alterações se apresentam como eventos extremos.

Acredita-se que um dos efeitos do aquecimento global seja a modificação do ciclo hidrológico (ALLEN; INGRAM, 2002; HUNTINGTON, 2006), sendo a precipitação o ponto chave desse processo (MARIOTTI et al., 2002; MAUGUET, 2006).

O município de Praia Grande está localizado no extremo sul do estado de Santa Catarina. Na região há registros de uma sucessão de eventos extremos, tais como: enxurradas (inundações bruscas) em 1980, 1982, 1984, 1986, 1997, 2007, 2009, 2010, 2011; enchentes (ou inundações graduais) em 1980, 1983, 1995, 2000, 2001, 2004 (TENFEN, 2008). Esses episódios também ocorreram nos eventos catastróficos ocorridos em 1995, nos municípios de Jacinto Machado e Timbé do Sul, que são vizinhos de Praia Grande. No entanto, apesar dos registros de ocorrência desses fenômenos, não existem estudos que avaliam a frequência e a magnitude dos eventos extremos que causam inundações, enxurradas bruscas que afetam a região.

Existem diversas metodologias para quantificar as anomalias de precipitação. Dentre elas está o Índice de Concentração de Precipitação (ICP), o qual foi desenvolvido por Oliver (1980) e, posteriormente, modificado por De Luis et al. (1997). Seu uso é recomendado, pois fornece informações sobre variabilidade total de longo prazo na quantidade de precipitação recebido (MICHIELS et al., 1992).

O presente artigo tem como objetivo, analisar a variabilidade temporal anual, semestral e estacional do Índice de Concentração de Precipitação no município de Praia Grande/SC, num período de 40 anos (1976 a 2015). Também será feita análise em dois subperíodos independentes de 20 anos (1976-1995 e 1996-2015).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A precipitação é considerada uma das mais expressivas variáveis climatológicas e sua escassez ou excesso atingem não só o ambiente, como também a sociedade.

A distribuição da precipitação no Brasil e a sua variabilidade estão associadas à atuação e sazonalidade dos sistemas convectivos de macro¹ e mesoescala² e, principalmente, da frente polar atlântica (FPA), o que acarreta as diferenças nos regimes pluviais (DANNI-OLIVEIRA; MENDONÇA, 2007). No entanto, no sul do país há contrastes

¹Caracterizam fenômenos de escala planetária (>200 km).

²Caracterizam fenômenos de escala local ou regional (20-200 km), responsáveis por boa parte da precipitação na América do Sul.



nos regimes de precipitação, podendo ocorrer em uma mesma região períodos de chuva extrema ou de seca, isso ocorre, principalmente, por conta da situação geográfica da região, da transição entre os trópicos, das latitudes médias e do relevo acentuado (TORRES; MACHADO, 2012).

Para Miranda et al. (2002), cenários climáticos projetam uma elevação nos eventos extremos de chuva e de seca, sendo de extrema importância estudar e caracterizar tais fenômenos e apurar a sua tendência em termos de frequência e intensidade, contribuindo desta forma para um melhor conhecimento desses efeitos sobre o estado de Santa Catarina (PIRES, 2003).

Foi confirmado pelo relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change de 2007 (IPCC-2007) que houve um aumento de precipitação no período de 1900 a 2005 ao norte de 30° de latitude, devido ao aquecimento global. Além disso, houve redução no volume de precipitação a partir do ano de 1970 em áreas tropicais e aumento de regiões afetadas pela seca em áreas tropicais e subtropicais (SOLOMON ET AL., 2007; TRENBERTH ET AL., 2007).

A seca atinge não só o Brasil, como diversas outras partes do mundo, entre elas, Estados Unidos e Austrália. Apesar de ser uma característica normal e temporária do clima de uma região, decorrente de precipitações abaixo da normal climatológica em certo período, a seca também tem influências sociais, econômicas e ambientais, frequentemente agravadas pela ação humana (MACEDO et. al., 2010; AZEVEDO e SILVA, 1995). A região sul do Brasil, composta pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, tem enfrentado nos últimos dez anos períodos de seca com intensidade e frequência acima do normal, afetando de forma decisiva a sua economia. Em Santa Catarina esses eventos ocorrem, principalmente, nos meses de janeiro, julho e dezembro (GONÇALVES; MOLLERI, 2007).

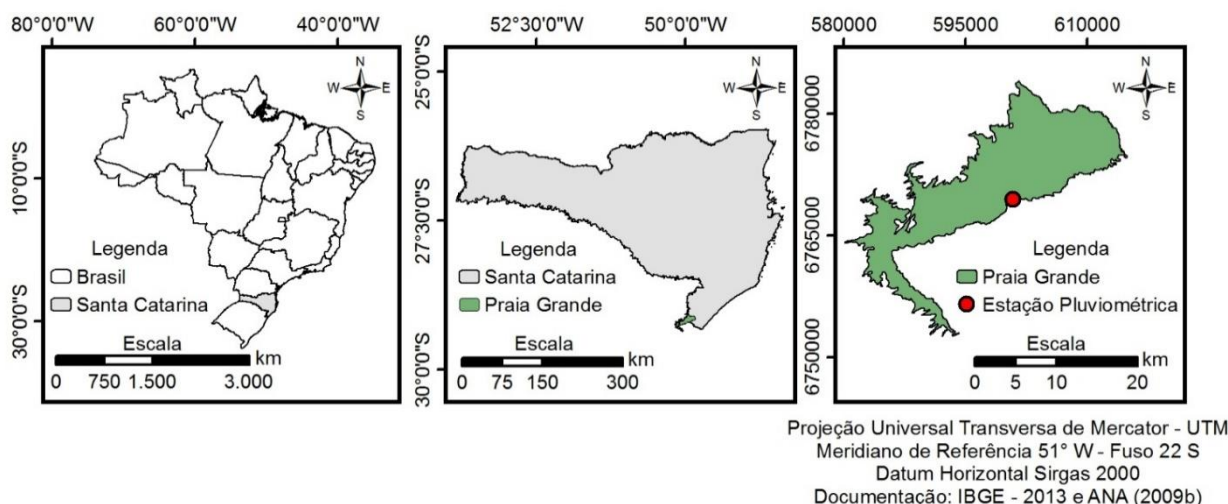
De acordo com Marengo (1992), a variabilidade interanual da precipitação na América do Sul tem associação com os fenômenos El Niño e La Niña, provocando o aquecimento superficial das águas do Pacífico Equatorial ou o resfriamento, respectivamente. O evento La Niña faz com que ocorrências de frentes frias cheguem ao centro-sul do Brasil com mais rapidez e intensidade, resultando na redução de chuvas. Já o El Niño provoca um aumento no volume de precipitação.

3 METODOLOGIA

A área de estudo é a região que abrange o município de Praia Grande (7.370 habitantes e área de 2.278,58 km²), localizado no norte de Santa Catarina (

Figura 1). O clima da região segundo a classificação de Köppen é Cfa, ou seja, subtropical (mesotérmico úmido). A precipitação média anual da região é de 1.500 mm e a evapotranspiração média anual de 900 mm (PANDOLFO et al., 2002).

Figura 1 - Mapa de localização do município de Praia Grande/SC.



Para o estudo, foram utilizados os dados diários de precipitação da estação pluviométrica de Praia Grande (Código 02949001, latitude -29,1958° / longitude -49,9633°) do período de 1976 a 2015. As falhas nas séries de dados foram preenchidas pelo método da ponderação regional (TUCCI, 2013).

O Índice de Concentração de Precipitação é calculado para estações chuvosas e secas, em escalas anuais e sazonais. Quanto maior o seu valor, maior a concentração da precipitação. No entanto algumas alterações nos seus valores podem ser complexas e estar relacionadas às características globais e sinóticas da atmosfera e com fatores locais que afetam as tendências da precipitação (LUIS et al., 2011).

Esse índice é expresso pela Eq. 01:

$$ICP = 100 * \frac{\sum_{i=1}^{12} p_i^2}{(\sum_{i=1}^{12} p_i)^2} \quad (\text{Eq. 01})$$



onde, p_i é a precipitação mensal no mês i .

O índice também pode ser calculado em escala sazonal (Eq. 02) para os meses correspondentes às estações do verão, outono, primavera e inverno (LUIS et al., 2011):

$$ICP_{\text{sazonal}} = \frac{\sum_{i=1}^3 p_i^2}{(\sum_{i=1}^3 p_i)^2} * 25 \quad (\text{Eq. 02})$$

Para uma escala suprasazonal, no período úmido, que compreende os meses de outubro a março e seco, de abril a setembro (LUIS et al., 2011) utiliza-se a seguinte fórmula (Eq. 03):

$$ICP_{\text{suprasazonal}} = \frac{\sum_{i=1}^6 p_i^2}{(\sum_{i=1}^6 p_i)^2} * 50 \quad (\text{Eq. 03})$$

Conforme equações do ICP sazonal e suprasazonal, o menor valor do ICP é de 8,3, indicando perfeita uniformidade na distribuição da precipitação. Assim como, valores próximos de 16,7 indicam que a precipitação total foi concentrada no meio do período e valores de ICP acima de 25, que a precipitação total ocorreu em 1/3 do período, o que significa que o total anual da precipitação ocorre em quatro meses. Deste modo, a precipitação suprasazonal, ocorre em dois meses e a sazonal, em um mês (LUIS et al., 2011).

Segundo Oliver (1980), os valores de ICP abaixo de 10 sugerem distribuição regular da precipitação mensal e acima irregular, sendo: valores entre 11-15 baixa, 16-20 média e acima de 20 alta irregularidade.

Há outra classificação definida por Michielsat al. (1992), conforme

Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação do índice de concentração da chuva.

ICP	Concentração sazonal
<10	Uniforme
entre 11 e 15	Moderadamente sazonal
entre 16 e 20	Sazonal

>20 | Fortemente sazonal

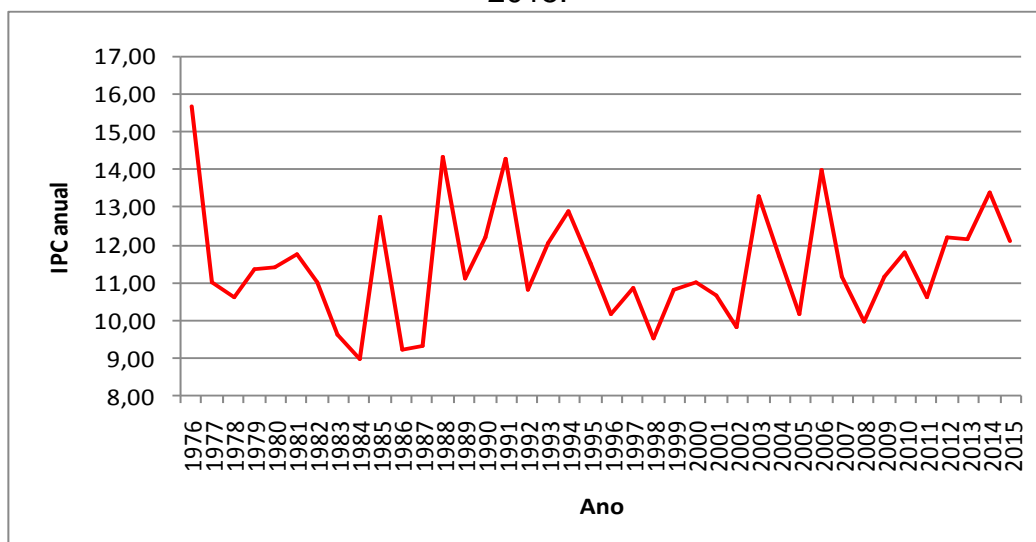
Fonte: Autores, 2017.

4 RESULTADOS

O ICP anual variou entre 8,97 no ano de 1984 e 15,65 no ano de 1976, conforme Figura 2. Dos 40 anos estudados, 16 deles apresentaram concentração de precipitação uniforme, representando 40%. Os outros 60% da série apresentou concentração moderadamente sazonal, o que significa uma baixa irregularidade de distribuição da precipitação.

Valores de ICP acima de 15 ocorreu no ano de 1976. Nesse ano houve a atuação de evento do fenômeno El Niño de baixa intensidade sobre o país. Esse fenômeno é caracterizado pelo aquecimento anormal das águas superficiais nas partes central e leste do oceano Pacífico, nos redores da América do Sul, mais precisamente na costa do Peru. Esse fenômeno é uma das principais fontes de variabilidade interanual de precipitação no Brasil (GRIMM, 2009).

Figura 2 - ICP médio anual para o município de Praia Grande/SC no período de 1976 a 2015.

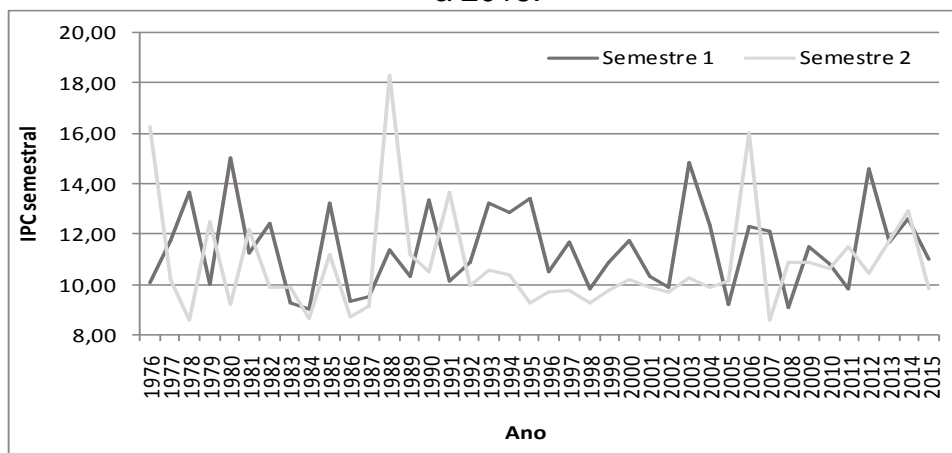


O ICP do primeiro semestre (janeiro a junho) variou entre 8,98 no ano de 1984 e 15,05 no ano de 1980 (

Figura 3). Da série estudada, 45% dos anos apresentaram concentração uniforme de precipitação no primeiro semestre. O restante dos anos são caracterizados como moderadamente sazonais. No que se refere ao ICP do segundo semestre (julho a

dezembro), o ICP variou entre 8,59 no ano de 2007 (La Niña forte) e 18,30 em 1988 (El Niño moderado). 72,5% da série apresentou concentração uniforme, o restante apresentou IPC moderadamente sazonal.

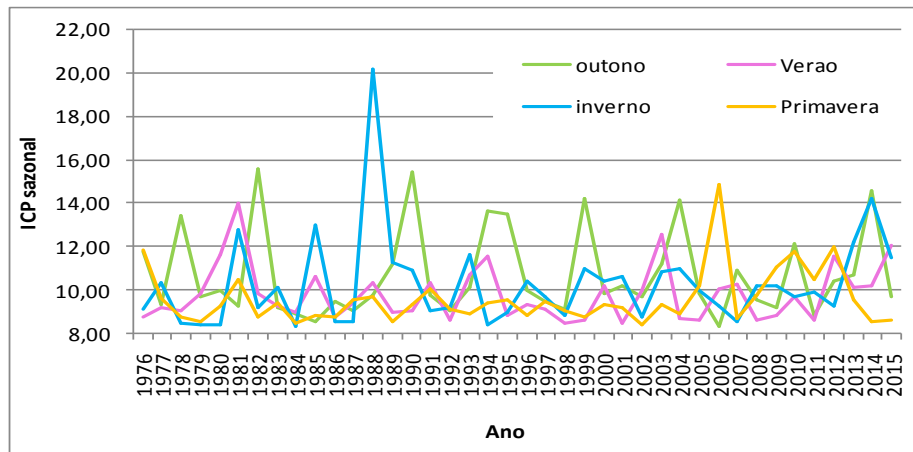
Figura 3 - ICP médio semestral para o município de Praia Grande/SC no período de 1976 a 2015.



O gráfico com os valores de ICP para cada estação do ano no período de 1976 a 2015 podem ser visualizados na

Figura 4. Pode-se observar que na estação do verão (janeiro, fevereiro e março), o ICP variou entre 8,44 no ano de 1998 e 13,98 no ano de 1981, sendo que 85% dos anos foram considerados de uniforme distribuição da precipitação, enquanto que os anos de 1980 (El Niño fraco), 1981 (ano neutro), 1994 (El Niño moderado), 2003 (El Niño moderado), 2012 (ano neutro) e 2015 (El Niño forte) foram considerados moderadamente sazonais. No outono (abril, maio e junho) o ICP variou entre 8,34 no ano de 2006 (El Niño fraco) e 15,56 em 1982 (El Niño forte). Em 70% dos anos a concentração foi uniforme e no restante, moderadamente sazonal. Já a estação do inverno (julho, agosto e setembro) foi a que apresentou valores mais altos desse índice, os quais variaram entre 8,34 em 1976 (El Niño fraco) e 20,19 em 1988 (La Niña forte). Um total de 77,5% dos anos apresentou inverno com concentração uniforme de precipitação, 20% foram classificados como moderadamente sazonais e apenas o ano de 1988 foi classificado como sazonal no inverno. Nesse ano houve atuação do fenômeno El Niño de forte intensidade. Na primavera, o ICP variou entre 8,37 no ano de 1976 e 14,86 em 2006. Da série estudada, 87,5% foram classificados como uniformemente sazonais. Já os demais anos foram classificados como moderadamente sazonais.

Figura 4 - ICP médio sazonal para o município de Praia Grande/SC no período de 1976 a 2015.



Nos primeiros 20 anos o IPC foi maior no outono e inverno. Na segunda metade da série, as estações apresentaram valores mais próximos, porém com aumento desse índice na primavera (

Figura 4).

Coan et al. (2015) em estudo realizado no estado de Santa Catarina verificaram que no período de 1970 a 2012 o sul do estado apresentou valores de precipitação anual, variando entre 90 mm até 360 mm resultados. Nas estações do ano outono e inverno, apresentou valores mínimos médios de 40 mm.

Na Tabela 2 encontram-se os valores de ICP anual, semestral e sazonal para os subperíodos A (1976-1995) e B (1996-2015). Com exceção do semestre 2, onde a classificação passou de moderadamente sazonal no subperíodo A para uniformemente sazonal no subperíodo B, todos os outros parâmetros se mantiveram na mesma classificação em ambos os períodos.

Tabela 2 - ICP médio anual, semestral e sazonal para os subperíodos A (1976-1995) e B (1996-2015).

Período	ICP						
	Anual	Sem. 1	Sem. 2	Verão	Outono	Primavera	Inverno
A (1976-1995)	11,59	11,49	11,00	9,88	10,84	10,24	9,34
B (1996-2015)	11,33	11,33	10,58	9,71	10,61	10,32	9,83



5 CONCLUSÃO

A região de Praia Grande apresentou para a série estudada uma concentração uniforme de precipitação, apesar de alguns períodos considerados moderadamente sazonais e alguns outros raros períodos classificados como sazonais.

Não é possível afirmar se há correlação entre o ICP e as mudanças climáticas em Santa Catarina, visto que os maiores valores desse índice ocorreram na primeira metade do período estudado. Também não há como afirmar que os fenômenos El Niño e La Niña influenciam a concentração da precipitação, já que períodos com concentração moderada de precipitação estavam sob atuação do evento La Niña em alguns anos, e sob atuação do El Niño em outros.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Inventário das estações pluviométricas*. 2 ed. - Brasília: ANA; SGH, 2009b.
- ALLEN, M. R.; INGRAM, W. J. Constraint on future changes in climate and the hydrological cycle, *Nature*, 419, 224–232, 2002.
- AZEVEDO, P. V.; SILVA, V. P. R. Índice de seca de Bhalme e Mooley: uma adaptação regional. *In: Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 8., 1995, Belo Horizonte. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1995. p. 696- 699.
- COAN, B. D. P; BACK, Á.J. BONETTI, A.V. Precipitação mensal e anual provável no Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.15, p.122-142, 2015.
- DANNI-OLIVEIRA, I. M. MENDONÇA, F. *Climatologia noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- DE LUIS, M.; GONZÁLEZ-HIDALGO, J. C.; RAVENTÓS, J.; SÁNCHEZ, J. R.; CORTINA, J.. Distribución espacial de la concentración y agresividad de la lluvia en el territorio de la Comunidad Valenciana. *Cuaternario y Geomorfología*, v. 11, n. 3-4, p. 33-44, 1997.
- GONÇALVES, E. F.; MOLLERI, G. S. F. Estiagem. *Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina*. Florianópolis: Sea, 2007. p. 101-104.
- GRIMM, A. M. Clima da região sul do Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema F.A. (Org.). *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 259-275.
- HUNTINGTON, T. G.: Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis, *J. Hydrol.*, 319, 83–95, 2006.



LUIS, M. de et al. Precipitation concentration changes in Spain 1946–2005. *Natural Hazards and Earth System Science*, v. 11, n. 5, p. 1259-1265, 2011.

MACEDO, M. J. H.; GUEDES, R. V. S.; SOUSA, F. A. S.; DANTAS, F. R. C. Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. *Ambi-Água*, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 204-2014, 2010.

MARENGO, J.A. Interannual variability of surface climate in the Amazon basin. *International Journal of Climatology*, 12: 853-863. 1992.

MARIOTTI, A., STRUGLIA M. V., ZENG N., LAU K. M. The Hydrological Cycle in the Mediterranean Region and Implications for the Water Budget of the Mediterranean Sea, J. *Climate* 15, 1674–1690, 2002.

MAUGUET, S. A. Intra-top multi-decadal terrestrial precipitation regimes at the end of the 20th century, *Climate Change*, 78, 317–340, 2006.

MICHIELS, P.; GABRIELS, D.; HARTMANN; R. Using the seasonal and temporal precipitation concentration index for characterizing monthly rainfall distribution in Spain, *Catena*, 19, 43–58, 1992.

MIRANDA, P; COELHO, F. E. S.; TOMÉ, A. R.; VALENTE, M. A.. 20th Century Portuguese Climate and Climate Scenarios. p. 27-83. In: Santos, F.D., K. Forbes e R. Moita, 2002. *Climate Change in Portugal scenarios, Impacts and Adaptation Measures (SIAM)*. Siam Project, 2002. 454 p. Lisboa.

OLIVER, J. E. Monthly precipitation distribution: A comparative index. *The Professional Geographer*. v.32, p.300-309, ago 1980.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R; VALCI, F.V. *Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.

PIRES, V. *Frequência e Intensidade de Fenómenos meteorológicos extremos associados à precipitação*. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Ciências e Engenharia da Terra, Lisboa, 2003.

SOLOMON, S. et al. Technical Summary. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., and Miller, H. L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, UK, 2007.

TEFEN, M.A.M. *Áreas de Risco Geoambiental em Praia Grande/SC: Análise do evento catastrófico de março de 2007*. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de especialista em Geografia com Ênfase em Estudos Regionais – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2008.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. O. *Introdução à climatologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.



TRENBERTH, K. E. et al. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., and Miller, H. L. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2007.

TUCCI, C.E. M. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre. UFRGS/ARH. 943p. 2013.

Trabalho Completo de Pesquisa

35349 - ANÁLISE DO ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC) APLICADO À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA/SC.

Marlon Domingos Cury, Daniel Pazini Pezente, Fabiane Nunes Gonçalves, Thaise Sutil, Juliana Debiasi

Conhecer a quantidade, intensidade e a distribuição espacial da precipitação pluvial contribuem para a gestão e planejamento territorial da área estudada. Pode-se estudar a precipitação pluvial de determinada região é através de Índices de Anomalia de Chuva (IAC). O objetivo do trabalho é analisar a variabilidade das precipitações anuais em três municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga do Estado de Santa Catarina, Içara, Jaguaruna e Urussanga, evidenciando os anos de seca e chuva. Os dados foram obtidos pela ANA, para um período de 37 anos. Os cálculos do IAC foram realizados com base na normal climatológica e médias dos 10 anos de máximas e mínimas precipitações. Dentre os municípios analisados Urussanga foi o mais chuvoso reflexo da precipitação média anual de 1.745,4 mm, apresentou 22 desvios negativos e 15 desvios positivos, o IAC do município variou entre -1,55 e 2,28. O município de Içara apresentou uma precipitação média anual de 1.562,9 mm, houve 25 desvios negativos e 12 desvios positivos, o IAC do município variou entre -2,61 e 2,60. A precipitação média anual do município de Jaguaruna foi de 1.449,5 mm, houve 25 desvios negativos e 12 positivos. O IAC do município variou entre -1,76 e 2,42. Com o emprego do IAC foi possível visualizar o grau de variação da precipitação em torno da normal climatológica, apresentando-se como um bom indicador climático para se avaliar a variabilidade pluviométrica.

Palavras-chave: índice de anomalia de chuva (IAC), precipitação, seca, chuva, climatologia.

1 INTRODUÇÃO

O estudo do impacto das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos é um fato de grande relevância socioambiental, em situação extrema, pode comprometer a sustentabilidade da sociedade e da conservação da biodiversidade. As mudanças climáticas globais influenciam diretamente no ciclo hidrológico e na quantidade e qualidade da água, essas alterações podem promover inúmeras mudanças na disponibilidade de água, na saúde da população humana, além de alterarem a composição de ecossistemas terrestres e aquáticos (MARENCO, DIAS; 2006; Lima et al, 2016).

A precipitação pluviométrica por influenciar diretamente as atividades antrópicas, em que a sua escassez, ocasionando secas ou o seu excesso, enchentes e inundações e consequentemente danos econômicos e socioambientais é uma das variáveis meteorológicas de maior importância para a sociedade. Por se tratar de um elemento



meteorológico que apresenta uma grande variabilidade espaço-temporal, influenciado diretamente pela localização geográfica da bacia hidrográfica, pelo relevo e também pelas demais variáveis meteorológicas destaca-se a importância de estudos que possam fundamentar as tomadas de decisões, especialmente no planejamento territorial de um município (DINIZ, 2013).

O monitoramento da precipitação pluviométrica pode ser realizado com a utilização de índices de verificação climática os quais caracterizam os períodos secos e chuvosos, para entender o comportamento climatológico de uma região e consequentemente a severidade desses fenômenos e seus impactos (Costa, Silva; 2017).

Uma das formas de obter a caracterização da variabilidade espaço-temporal em determinada região de estudo é a utilização do Índice de Anomalia de Chuva (IAC), que ajudam a monitorar anos de seca e chuva excessiva, permitindo a realização de comparações do regime pluviométrico a partir de uma série de dados históricos de chuva. Outra vantagem do IAC é que ele necessita apenas de dados de precipitação e é de fácil estimativa (Araújo et al., 2007; Araújo et al., 2009; Marcuzzo et al., 2011; Sanches et al., 2014).

Dada a importância das alterações das mudanças climáticas e da necessidade de melhor conhecer e interpretar as escalas temporais da variabilidade pluviométrica, esse trabalho se propõe a investigar através dos Índices de Anomalia de Chuva (IAC) proposto por Rooy (1965), as séries temporais dos municípios de Içara, Jaguaruna e Urussanga inseridas na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga para o período de 1978 a 2015.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De um modo geral e com alterações diversas em continentes e regiões, três problemas fundamentais devem ser estudados para promover soluções: a) extremos hidrológicos que ocorrerão em diferentes continentes e regiões que afetarão populações humanas em razão de desastres (enchentes, deslizamentos, transbordamentos nas várzeas) ou secas intensas (aumento na semiaridez e aridez), b) contaminação – os estudos desenvolvidos em muitas regiões apontam para um aumento acentuado de contaminação agravado por salinização e descontrole nos usos do solo e c) água e economias regionais e nacionais – intensificando os conflitos referentes aos usos múltiplos da água. Esses extremos hidrológicos e o aumento da contaminação deverão atuar nas



economias regionais, tendo como consequência profundas alterações na economia dependente da disponibilidade e demanda dos recursos hídricos (TUNDISI, 2008).

Na década de 1970, a ocorrência de secas extremas como consequência de alterações climáticas, em várias regiões da Terra, evidenciou a vulnerabilidade do ser humano frente a esse risco climático, demonstrando a necessidade de uma melhor compreensão, melhor previsão de sua ocorrência e o correto uso de medidas mitigatórias. Nos últimos anos, o número de eventos e o de pessoas afetadas pelas inundações aumentaram significativamente, acompanhando a tendência relacionada a todos os tipos de desastres naturais. Isto ocorre por causa da falta de controle do espaço urbano, produzindo efeito direto sobre a infraestrutura hídrica: abastecimento, esgotamento sanitário, drenagem urbana, inundações ribeirinhas e resíduos sólidos (TUCCI, 2010; Noronha et al., 2016).

Alguns estudos foram realizados na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga a fim de avaliar as modificações climáticas ocorridas, como o de Denski e Back (2015), que ao avaliar a tendência climatológica nos elementos meteorológicos e na evapotranspiração de referência de Urussanga – SC observaram uma tendência estatisticamente significativa para o aumento da temperatura média anual e uma tendência significativa de aumento da temperatura média anual de $0,0174 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{ano}^{-1}$ ou $0,174 \text{ }^\circ\text{C}$ por década. Ao aplicar a análise estatística para identificação de tendências climáticas na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga Back (2001) observou uma tendência significativa no aumento da precipitação pluvial total anual, e da precipitação pluvial total no quarto trimestre.

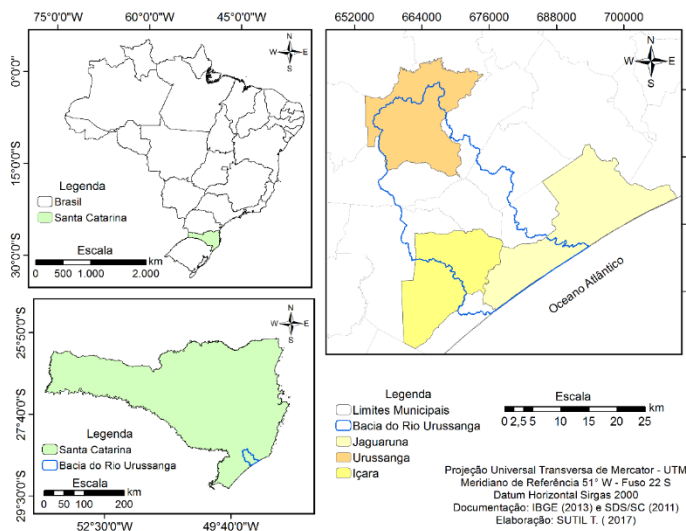
Ao pesquisar a variabilidade de índices de chuva nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Minuzzi e Lopez (2014), observaram um aumento na quantidade de chuva, no número de dias chuvosos e de forma mais discreta, no número e na intensidade dos eventos extremos de chuva, sobretudo na primavera e no outono desde meados do século XX.

De acordo com Freitas (2005) o Índice de Anomalia de Chuva além de ser de fácil aplicabilidade é também bastante preciso comparado a outros índices. Desenvolvido por Rooy (1965), o Rainfall Anomaly Index (RAI) ou Índice de Anomalia de Chuva (IAC) é utilizado para classificar as severidades positivas e negativas nas anomalias de precipitações. (Fernandes et al, 2009; Da Silva, 2007).

3 METODOLOGIA

Segundo Ladwig et al. (2017) a Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga possui uma área territorial de 679,687631 km², correspondendo a 67968,7631 ha, localizada entre as coordenadas geográficas 28°25'56" e 28°48'42" de latitude sul e 49°23'56" e 49°01'15" de longitude oeste do meridiano de Greenwich, situada no estado de Santa Catarina, como representada na Figura 01. Possui área nos municípios de Balneário Rincão, Cocal do Sul, Criciúma, Içara, Jaguaruna, Morro da Fumaça, Pedras Grandes, Sangão, Treze de Maio e Urussanga.

Figura 01 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga/ SC



Os dados pluviométricos diários utilizados nesse estudo foram obtidos na rede de postos da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016), através da plataforma hidroweb (<http://hidroweb.ana.gov.br>), sendo selecionadas para este trabalho as informações do posto de Içara, Jaguaruna e Urussanga inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga. Os dados mensais de precipitação foram agrupados em totais anuais para a obtenção dos IAC da série.

Como critério de escolha dos municípios, optou-se por aqueles que tivessem uma série histórica superior a 20 anos, de no mínimo dois períodos consecutivos de 5 anos. Para a tabulação, realização dos cálculos das séries históricas selecionadas e a elaboração



dos gráficos representativos foi utilizada uma planilha eletrônica (Software Microsoft Office Excel), sendo obtidas as médias mensais e anuais das séries.

Para a determinação do índice de anomalia de chuva (IAC), utilizou-se a metodologia sugerida por Rooy (1965) e adaptada por Freitas (2005), a fim da obtenção das anomalias positivas e negativas, expresso por:

$$\text{IAC: } 3 * \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - \bar{N})} \right] \text{ Para anomalias positivas;}$$

$$\text{IAC: } - 3 * \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - \bar{N})} \right] \text{ Para anomalias negativas;}$$

Em que: N - precipitação mensal atual (mm.mês⁻¹), \bar{N} - precipitação média mensal da série histórica (mm.mês⁻¹), \bar{M} - média das dez maiores precipitações mensal da série histórica (mm.mês⁻¹) e \bar{m} - média das dez menores precipitações mensal da série histórica (mm.mês⁻¹).

Para realização da disposição dos municípios em termos de IAC, foi utilizada a metodologia proposta por Araújo et al. (2009) para os anos secos e úmidos. A classificação é feita de acordo com os valores registrados para o IAC, como mostra a Tabela 01.

TABELA 01 - Classes do Índice de Anomalia de Chuva

Índice	Faixa de IAC	Classe de Intensidade
Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	> 4	Extremamente Chuvoso
	2 a 4	Muito Chuvoso
	0 a 2	Chuvoso
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	< -4	Extremamente Seco

Fonte: Araújo et al. (2009).

4 RESULTADOS

Com a utilização do IAC possibilitou identificar padrões ou mudanças no comportamento das precipitações, o que permitiu determinar a severidade dos ciclos secos e chuvosos na área de estudo (Gonçalves, Back; 2017). A Figura 02, Figura 03 e Figura

04, apresentam a o comportamento da normal climatológica mensal para a precipitação pluvial, permitindo a visualização das épocas chuvosas e secas para os municípios de Içara, Jaguaruna e Urussanga, respectivamente.

Figura 02 - Precipitação média mensal do município de Içara/SC(1978-2015).

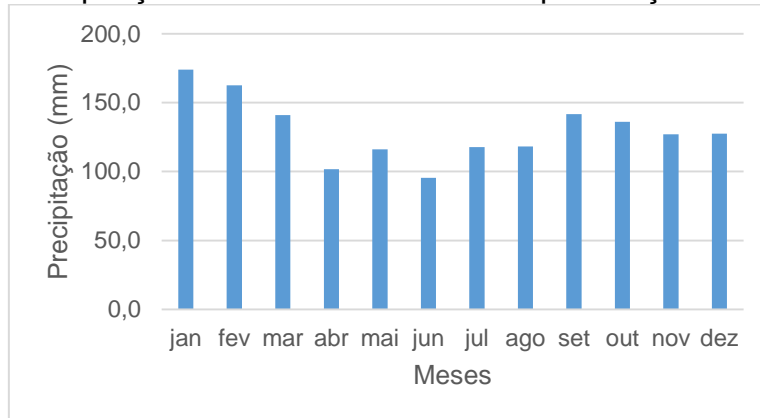


Figura 03 - precipitação média mensal do município de Jaguaruna/SC (1978-2015).

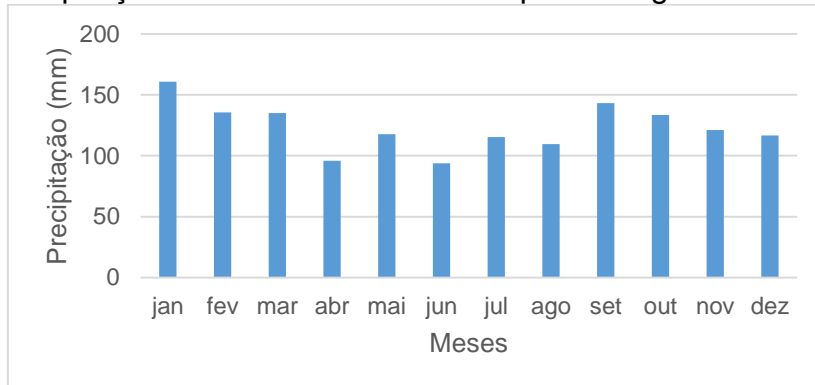
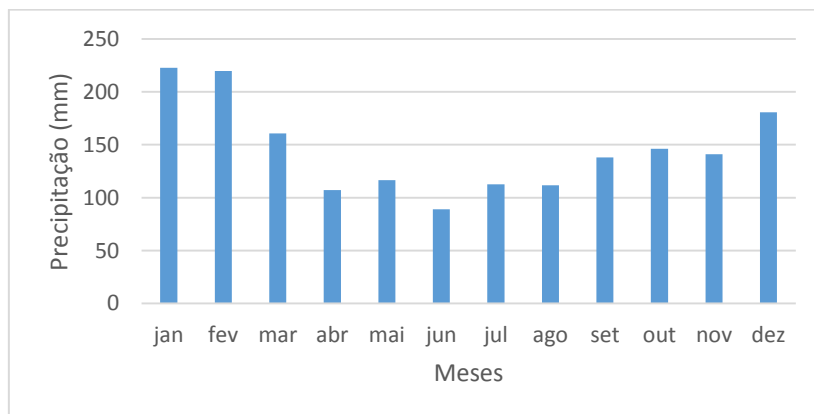


Figura 04 - Precipitação média mensal do município de Urussanga/SC (1978-2015).



O município de Içara, localizada no litoral sul do estado de Santa Catarina, apresentou uma precipitação média anual de 1.562,9 mm, com os meses mais chuvosos entre janeiro (174,0 mm), fevereiro (162,5 mm) e março (141,0 mm), o município mais chuvoso entre os três analisados é Urussanga com uma precipitação média anual de 1.745,4 mm, concentrando os maiores valores entre os meses de dezembro (222,7 mm), janeiro (219,7 mm) e fevereiro (180,7 mm). Os meses mais chuvosos do município de Jaguaruna foram os de janeiro (160,9 mm), fevereiro (135,5 mm) e setembro (143,2 mm) com uma precipitação média anual de 1.449,5 mm.

Valores positivos de IAC significam que determinado ano foi chuvoso, podendo ser classificado na classe de intensidade como chuvoso, muito chuvoso ou extremamente chuvoso e, os valores negativos representam os anos secos, com classificação de seco, muito seco ou extremamente seco (Araújo et al., 2009). Para o município de Içara entre o período de 1978 a 2015, houve 25 desvios negativos e uma predominância de anos classificados como secos (30%), seguido por anos muito secos (26,5%) e 12 desvios positivos, com predominância de anos chuvosos (23,7%) e muito chuvosos (12,1%), os casos extremos de chuvas e secas obtiveram uma porcentagem de 5,3% e 2,4%, respectivamente, o IAC do município variou entre -2,61 e 2,60, conforme figura 05. É possível observar um período de seca entre os anos de 1978 e 1982, e um grande período de seca de 1991 a 1999. Os períodos chuvosos ficaram concentrados entre os anos de 2000 a 2003 e 2009 a 2011.

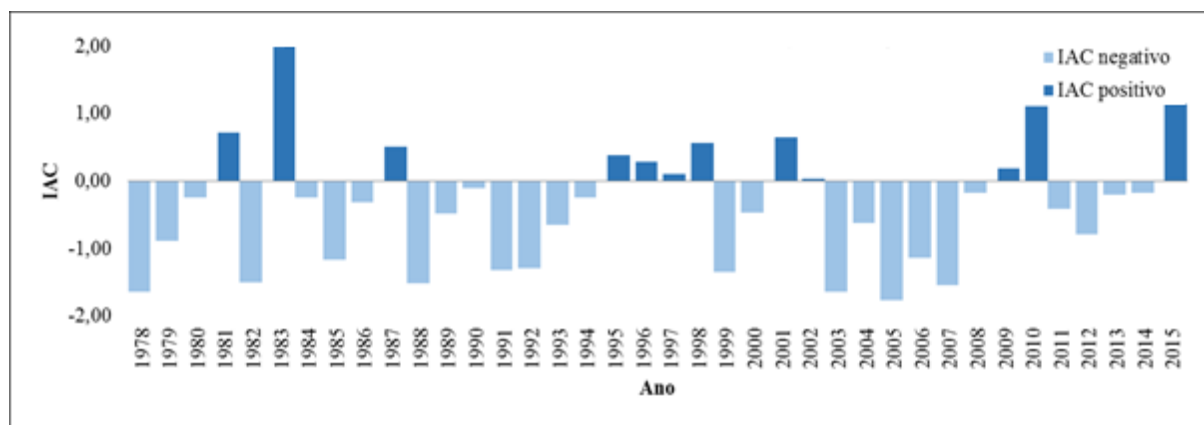
Figura 05 – Índice de anomalia de chuva do município de Içara/SC.



O município de Jaguaruna entre o período de 1978 a 2015, assim como o município de Içara, apresentou 25 desvios negativos com uma predominância de anos

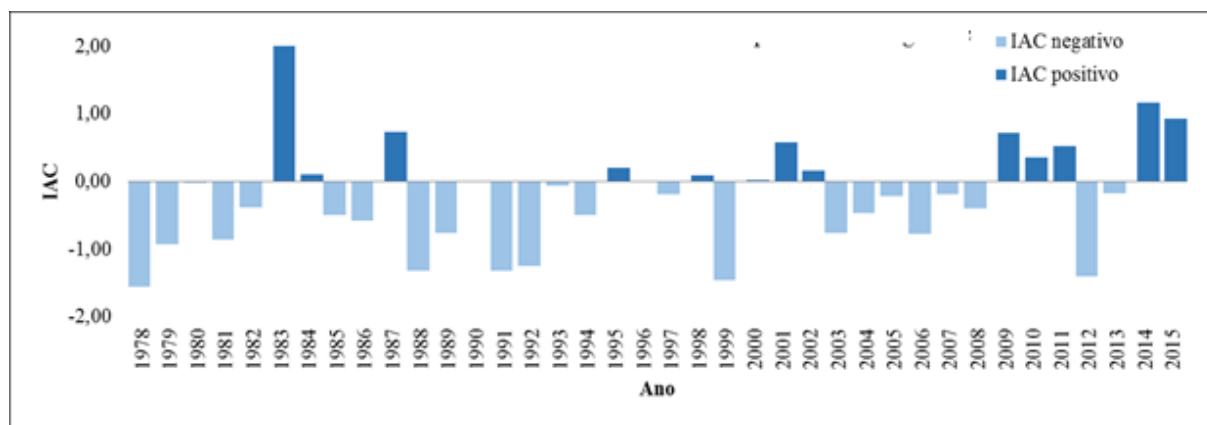
classificados como secos (29,4%), seguido por anos muito secos (25,4%) e 12 desvios positivos, com predominância de anos chuvosos (24,1%) e muito chuvosos (10,7%), os casos extremos de chuvas e secas obtiveram uma porcentagem de 5,9% e 4,4%, respectivamente, o IAC do município variou entre -1,76 e 2,42, conforme figura 06. É possível observar um período de seca entre os anos de 1988 a 1994, 2003 a 2008 e 2011 a 2014. Os períodos chuvosos ficaram concentrados entre os anos de 1995 a 1998 e 2009 a 2010.

Figura 6 – Índice de anomalia de chuva do município de Jaguaruna/SC



Já o município de Urussanga entre o período de 1978 a 2015, apresentou 22 desvios negativos com uma predominância de anos classificados como secos (29,8%), seguido por anos muito secos (25,7%) e 15 desvios positivos, com predominância de anos chuvosos (25,7%) e muito chuvosos (12,3%), os casos extremos de chuvas e secas obtiveram uma porcentagem de 5,3% e 2,4%, respectivamente, o IAC do município variou entre -1,55 e 2,28, conforme figura 07. É possível observar um período de seca entre os anos de 1978 a 1992 e 2003 a 2008. Os períodos chuvosos ficaram concentrados entre os anos de 2008 a 2011. Vale salientar que o ano de 1983, obteve os maiores índices positivos nos municípios de Jaguaruna e Urussanga, sendo o segundo maior ano do município de Içara.

Figura 7 – Índice de anomalia de chuva do município de Urussanga/SC.



5 CONCLUSÃO

Com a utilização do IAC foi possível visualizar o grau de variação da precipitação em torno da normal climatológica, apresentando-se como um bom indicador climático para se avaliar a variabilidade pluviométrica.

O IAC demonstrou-se uma ferramenta de uso e interpretação, relativamente, simples e de resultado bastante eficiente que pode ser utilizado para a gestão e planejamento de bacias hidrográficas e, conseqüentemente, evitar problemas relacionados à escassez ou excesso de água.

Apesar de o estado de Santa Catarina apresentar as quatro estações bem definidas e chuvas bem distribuídas, o IAC apresentou para a série de 1978 a 2015 mais períodos de seca do que de chuva o que pode estar relacionado às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **ANA Sistemas de Informações Hidrológicas**. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em 20 ago. 2017.

ARAUJO, L. E. de.; SILVA, D. F da.; MORAES NETO, J. M. de.; SOUSA, F. de A. S. de. Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação na bacia do rio Paraíba usando IAC. **Revista de Geografia**. Recife: v. 24, n. 1, p. 47-59. jan/abr. 2007.

ARAUJO, L.E.; et al.. Análise climática da bacia do rio Paraíba – Índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Revista de Engenharia Ambiental**, v.6, n.3, p.508-523, 2009.

BACK, A. J. **Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.



COSTA, J. A., Da SILVA, D. F. Distribuição espaço-temporal do Índice de anomalia de chuva para o Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Vol. 10, N. 4, p. 1002-1013, 2017.

DA SILVA, D. F.; ARAÚJO, L. E.; KAYANO, M. T.; SOUSA, F. DE A. S. Avaliação dos impactos da variabilidade climática na distribuição pluviométrica da Bacia do Rio Mundaú através do IAC. In: **Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais e Tecnológicos**, 2, 2007, Santos: [S.n.], 2007. v. 72.

DENSKI, A. P. N.; BACK, Á. J. Tendência climatológica nos elementos meteorológicos e na evapotranspiração de referência de Urussanga - SC. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 17, p. 262-274, 2015.

DINIZ, J. M. T., Variabilidade da precipitação e do número de dias com chuvas de duas cidades distintas da Paraíba, **Holos**, v. 3, p. 171-180, 2013.

Fernandes, D. S.; Heinemann, A. B.; Paz, R. L.; Amorim, A. O.; Cardoso, A. S. 2009. Índices para a Quantificação da Seca. Santo Antônio de Goiás, 1 ed. Embrapa Arroz e Feijão, Goiás

FREITAS, M. A. S. Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semi- Áridas. **Revista Tecnologia**, v. suplem, p. 84-95, 2005.

Gonçalves, Fabiane Nunes; Back, Álvaro José. Análise do índice de anomalia de chuva (IAC) para o município de Palmitos, no extremo oeste do estado de Santa Catarina. In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.). **Planejamento e gestão territorial: gestão integrada do território**. Criciúma: UNESC, 2017. p.252-260

LIMA, Julião Soares de Souza; SILVA, S. DE A.; BERNARDES, P. M.; FONSECA, A. S.; PEREIRA, J. M. S.. **Variabilidade espacial dos percentis 75 da precipitação pluviométrica mensal no estado do espírito santo**. REVISTA ENGENHARIA NA AGRICULTURA, v. 24, p. 393-405, 2016.

MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; ROCHA, H. M. **Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no Estado do Mato Grosso**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.16, n.4, p.157-167, 2011

MARENGO, J. A.; DIAS, P. S. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. (Ed.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico**, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, Academia Brasileira de Ciências, p.63-109, 2006.

MINUZZI, R. B. and LOPEZ, R. Z., Variabilidade de índices de chuva nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, **Bioscience Journal**, v.30, p.697-706, 2014.

Ladwig, Nilzo Ivo et al. Mapeamento da vulnerabilidade à inundação e ao deslizamento na bacia hidrográfica do Rio Urussanga, utilizando o método de análise hierárquica – AHP.



In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.). **Planejamento e gestão territorial: gestão integrada do território**. Criciúma: UNESC, 2017. p.142-160.

NORONHA, G. C., et al. Análise do Índice de Anomalia de Chuva para a Microbacia de Santa Maria/Cambiocó, RJ. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n.1, p. 74-81, 2016.

ROOY, M. P.; VAN. A. Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space, **Notes**, v. 14, p. 1- 43, 1965.

SANCHES, F. O.; VERDUM, R.; FISCH, G. O índice de anomalia de chuva (IAC) na avaliação das precipitações anuais em Alegrete/Rs (1928-2009). **Caminhos de Geografia**, v. 15, n. 51, p. 73–84, 2014.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. (orgs). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: UFRGS e EDUSP ABRH, 2010.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n. 63, p.7-16, 2008.

Trabalho Completo de Pesquisa

35374 - MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE AO RISCO À INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA, EMPREGANDO O MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA - AHP.

Marlon Domingos Cury¹, Thaise Sutil¹, Nilzo Ivo Ludwig¹, Juliana Debiasi Menegasso¹, Danrlei De Conto², Leticia da Costa Dutra²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais,
²Curso de Engenharia de Agrimensura,
Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil.

Os mapas de inundação se configuram em uma importante ferramenta na prevenção, controle e gestão das inundações, pois através deles é possível definir e visualizar as áreas de risco (Hora, Gomes; 2009). De acordo com Ladwig e Rosso (2015) o uso do geoprocessamento para diagnóstico de risco, tomada de decisão em planejamento e gestão territorial possibilita conhecer e visualizar onde os riscos ocorrem espacialmente na forma de mapa temático facilitando o entendimento e aumentando a percepção do problema. O objetivo deste trabalho é desenvolver um mapa de vulnerabilidade ao risco a inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga / SC, utilizando o Processo de Hierarquização Analítica (AHP), proposto por Saaty (1980). O mapa final de vulnerabilidade ao risco a inundação gerado a partir do cruzamento dos mapas de hipsometria, declividade, uso e ocupação do solo e densidade de drenagem indicam quais são as áreas mais susceptíveis à ocorrência de inundações. A análise da vulnerabilidade ao risco à inundação demonstra que 52% da área total da bacia encontra-se em grau muito baixo ou baixo de vulnerabilidade à inundação, 25,5% apresenta vulnerabilidade em grau moderado, 10,5% da área apresentou uma vulnerabilidade em grau alto e 1,7% em grau muito alto. A execução do presente trabalho proporcionou a identificação das principais áreas vulneráveis ao risco de inundação na bacia hidrográfica do Rio Urussanga, a partir do uso de ferramentas de geoprocessamento. Deste modo, pode-se dizer que a utilização de técnicas de geoprocessamento como ferramenta de trabalho, mostrou-se muito eficiente na elaboração deste estudo.

Palavras-chave: Risco, Inundação, Geoprocessamento, Processo de Hierarquização Analítica.

1 INTRODUÇÃO

Eventos extremos como as inundações e deslizamentos têm se intensificado e tornado cada vez mais frequentes, afetando áreas urbanas e ribeirinhas e causando prejuízos econômicos e sociais. A cada ano, de acordo com o Ministério da Ciência e Tecnologia as inundações causam perdas de 1 bilhão de dólares, principalmente, devido a impermeabilização do solo em bacias urbanas e a ocupação desordenada das margens de rios que configura em períodos de inundações, um cenário de calamidade pública marcado



pela conjuntura de desabamento de moradias, desabrigados, acúmulo de lixo e entulhos e o aumento de doenças relacionadas a água ou de transmissão hídrica (MCT/CGE, 2002; Hora, Gomes, 2009).

A avaliação do risco a inundação a partir da geração de vários indicadores que passam a ser adaptados à especificidade local, é de suma importância para uma gestão e monitoramento das áreas de riscos, além de fornecer subsídios para auxiliar os tomadores de decisão aumenta-se a resiliência das populações através de visualização gráfica das zonas de riscos, sendo o processo de mapeamento um instrumento essencial no controle e prevenção (Hora, Gomes, 2009; ZAMPARONI; 2012).

De acordo com Ladwig e Rosso (2015) o uso do geoprocessamento para diagnóstico de risco, tomada de decisão em planejamento e gestão territorial é crescente no país, o fato de conhecer e visualizar onde os riscos ocorrem espacialmente na forma de mapa temático facilita o entendimento e aumenta a percepção do problema trabalhado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Tucci (2002) os impactos causados pela deficiência da drenagem fluvial ocorrem por dois processos os quais podem acontecer isoladamente ou concomitantemente, sendo eles: inundações de área ribeirinha e inundações devido a processos de urbanização. As inundações de áreas ribeirinhas são decorrentes 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. A avaliação do risco a inundação a partir da geração de vários indicadores que passam a ser adaptados à especificidade local, é de suma importância para uma gestão e monitoramento das áreas de riscos, além de fornecer subsídios para auxiliar os tomadores de decisão aumenta-se a resiliência das populações através de visualização gráfica das zonas de riscos, sendo o processo de mapeamento um instrumento essencial no controle e prevenção (Hora, Gomes, 2009; ZAMPARONI; 2012).

De acordo com Veyret (2007), o risco não existe sem um indivíduo ou população que o perceba e que possa sofrer seus danos. Ainda, para a autora:

[...] o risco e a percepção que se tem dele não podem ser enfocados sem que se considere o contexto histórico que o produziu e, especialmente, as relações com o



espaço geográfico, os modos de ocupação do território e as relações sociais características da época (p. 26).

Beck (2011) afirma que os riscos são de origem social, para o autor, há um processo de socialização da destruição da natureza que se transforma em ameaças socioeconômicas e políticas do sistema da sociedade mundial. Ainda, para o autor: Se as pessoas vivenciam os riscos como algo real, eles são reais. Se eles são, contudo, reais nesse sentido, eles reviram a estrutura de competências sociais, políticas e econômicas.

Carneiro e Veiga (2004) conceituam vulnerabilidade como exposição a riscos e baixa capacidade material, simbólica e comportamental da sociedade e indivíduos enfrentar e superar os desafios com que se defrontam. Portanto, os riscos estão associados, por um lado, com situações próprias do ciclo de vida das pessoas e, por outro, com condições das famílias, do grupo social e do ambiente em que as pessoas se desenvolvem.

Segundo Tominaga et al. (2009) a vulnerabilidade refere-se ao conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, o qual aumenta a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto dos perigos. A vulnerabilidade compreende tanto aspectos físicos como fatores humanos, tais como econômicos, sociais, políticos, técnicos, culturais, entre outros.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2007) classifica desastres como resultado de eventos adversos, naturais ou antropogênicos, sobre um ecossistema vulnerável, tendo como consequência os prejuízos socioeconômicos, como também pode causar danos humanos, materiais e ambientais. A intensidade de um desastre depende basicamente da magnitude do evento adverso e da vulnerabilidade do sistema, a qual é calculada em função de danos e prejuízos.

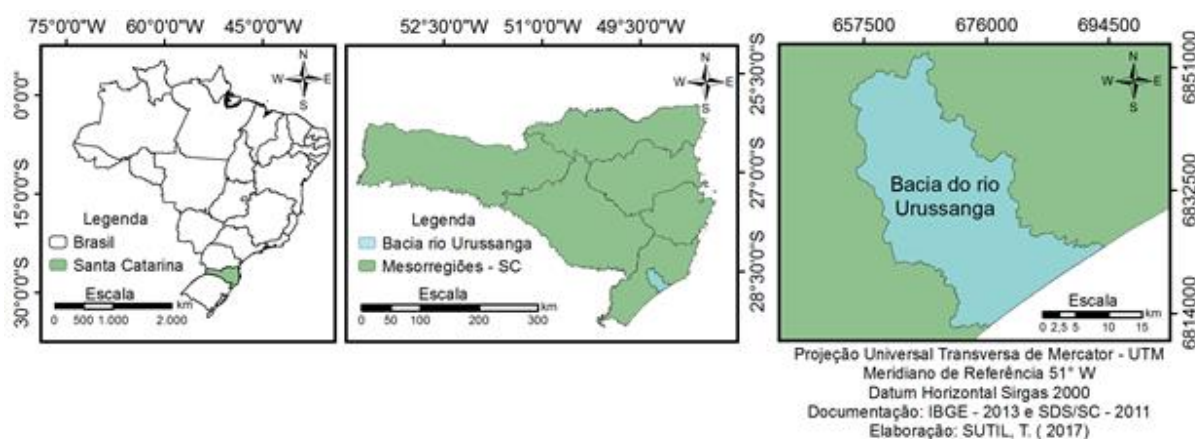
O desastre institui também "um acontecimento não rotineiro que provoca uma interrupção do curso normal da sociedade, cujo seu grau de impacto reflete em grande parte, o tipo e o grau de preparação de uma determinada comunidade para lidar com os riscos naturais e tecnológicos" (RIBEIRO, 1995) De um modo geral e com alterações diversas em continentes e regiões, três problemas fundamentais devem ser estudados para promover soluções: a) extremos hidrológicos que ocorrerão em diferentes continentes e regiões que afetarão populações humanas em razão de desastres (enchentes, deslizamentos, transbordamentos nas várzeas) ou secas intensas (aumento na semiaridez e aridez), b) contaminação – os estudos desenvolvidos em muitas regiões apontam para

um aumento acentuado de contaminação agravado por salinização e descontrolado nos usos do solo e c) água e economias regionais e nacionais – intensificando os conflitos referentes aos usos múltiplos da água. Esses extremos hidrológicos e o aumento da contaminação deverão atuar nas economias regionais, tendo como consequência profundas alterações na economia dependente da disponibilidade e demanda dos recursos hídricos (TUNDISI, 2008).

3 METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Urussanga possui uma área territorial de 679,68 km², correspondendo a 67968 ha, situada no estado de Santa Catarina na região Sul do estado. Possui área nos municípios de Balneário Rincão, Cocal do Sul, Criciúma, Içara, Jaguaruna, Morro da Fumaça, Pedras Grandes, Sangão, Treze de Maio e Urussanga. A figura 1 representa a área de estudo localizada entre as coordenadas geográficas 28°25'56" e 28°48'42" de latitude sul e 49°23'56" e 49°01'15" de longitude oeste do meridiano de Greenwich.

Figura 1 – Mapa temático de localização da área de estudo



Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do grupo C mesotérmico, com temperaturas do mês mais frio abaixo de 18°C e acima de 3°C. Pertence ao tipo úmido (f) sem estação seca definida, subtipo de verão quente (a) - Cfa (SANTA CATARINA, 2008). A temperatura média anual varia de 17,0 a 19,3°C. A temperatura média das máximas varia de 23,4 a 25,9°C e das mínimas de 12,0 a 15,1°C (BACK, 2009). A precipitação

pluviométrica média anual na região é de 1576,9 mm (ANA, 2016). O relevo local é composto pelas unidades geomorfológicas Serra do Tabuleiro, Depressão da Zona Carbonífera Catarinense, Patamares da Serra Geral, Planície Colúvio-Aluvionar e Planície Litorânea (ADAMI; CUNHA, 2014). Em relação a vegetação encontrada na bacia, esta é classificada como Floresta Ombrófila Densa (Formação Montana, Formação Submontana e Formação das Terras Baixas) e Áreas das Formações Pioneiras (Restingas) (IBGE, 2012).

Para atender o objetivo do trabalho de identificar e avaliar as áreas de risco de inundação e elaboração do mapa temático de vulnerabilidade à inundação foram utilizados os softwares ArcGis versão 10.3.1e IDRISI Selva. A organização se deu a partir da utilização de um banco de dados espaciais georreferenciados disponibilizados pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável - Governo de Santa Catarina (SDS) armazenados no Laboratório de Planejamento de Gestão Territorial – Universidade do Extremo Sul Catarinense (LabGP).

O uso dos dados espaciais possibilitou a criação de um mapa de temático de vulnerabilidade à inundação utilizando os mapas de: uso e ocupação da terra, densidade de drenagem, declividade e altimétrico.

Uma vez definidos os critérios de comparação e os devidos pesos, foi utilizado o método AHP (Processo de Hierarquização Analítica), que possui como objetivo montar um ranking de alternativas quando vários critérios e subcritérios estão presentes na tomada de decisão (SABIÁ; LIMA; SOBREIRA JUNIO, 2015). O método se desenvolve ao longo de seis etapas agrupadas em três estágios: o primeiro estágio é a estruturação da hierarquia, o segundo estágio consiste na construção da matriz, verificação de consistência, definição do valor de importância relativa de cada fator e o terceiro estágio definição das áreas prioritárias para restauração e classificação final (SILVA; NUNES, 2009).

A aplicação dessa ferramenta dá-se por meio de uma matriz de comparação, de acordo com Saaty (1980), geralmente é adotada uma escala linear de um a nove para a escala de comparações, conforme quadro 1.

Quadro 1 – Escala de compadores

Valores	Importância Mútua
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que



1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que
1	Igualmente importante a
3	Moderadamente mais importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito fortemente mais importante que
9	Extremamente mais importante que

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

3.1 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

Na análise priorizou-se a recuperação de áreas de uso e ocupação da terra em APP que tornam o solo mais vulnerável à ação erosiva da água e do vento. As classes existentes de uso e ocupação da terra na bacia receberam pesos, conforme a tabela 1. Para obter esses pesos foi utilizada a metodologia de comparação pareada, onde foi criada uma matriz 7x7 usando a ferramenta DATA ENTRY > EDIT no software IDRISI Selva. Para o processamento da matriz foi utilizada a ferramenta GIS ANALYSIS > DECISION SUPPORT > WEIGHT no software IDRISI Selva, onde foi possível também verificar o grau de consistência da matriz, que foi 0,09.

Tabela 1- Classes de uso e ocupação da terra

Classes de Uso	Pesos
Área antropizada	0.1051
Área minerada	0.1818
Área urbana	0.2788
Campos de duna	0.0779
Massa de água	0.0163
Solo exposto	0.2921
Vegetação arbórea/arbustiva	0.0481

3.2 DENSIDADE DE DRENAGEM

O mapa de densidade de drenagem foi elaborado a partir do arquivo vetorial da hidrografia utilizando o software ArcGis versão 10.3.1, por meio da ferramenta DENSITY > KERNELDENSITY. Os valores de densidade obtidos foram divididos em cinco classes conforme Tabela 3, estes valores representam as mudanças nos níveis da densidade. Para a determinação dos pesos das diferentes classes foi utilizada metodologia de comparação



pareada da mesma forma que no uso e ocupação da terra, porém com uma matriz 5x5, obtendo um grau de consistência igual 0,04.

Tabela 3 – Classes de densidade de drenagem

Classes Densidade de Drenagem	Pesos
0 - 20%	0.0458
21- 40%	0.0683
41- 60%	0.1377
61- 80%	0.2759
Maior que 81%	0.4722

3.3 DECLIVIDADE

O mapa de declividade foi elaborado a partir do arquivo MDT (Modelo Digital de Terreno) com uso do software ArcGis versão 10.3.1, ferramenta SPATIAL ANALYST TOOLS > SURFACE > SLOPE. As classes do mapa de declividade foram determinadas segundo De Biasi (1970), conforme Tabela 4. Para a valoração das diferentes classes de declividade foi empregada a mesma metodologia de comparação pareada utilizada no uso e ocupação da terra, porém com uma matriz 5x5, sendo que o grau de consistência foi igual a 0,05. Os maiores pesos foram atribuídos às classes de declividade menor e a prioridade foi dada para essas classes.

Tabela 4 - Classes de declividade na bacia do rio maior

Classes de Declividade	Pesos
0 - 5%	0.5128
5 – 12%	0.2615
12 - 30%	0.1290
30 – 47%	0.0634
Maior que 47%	0.0333

3.4 ALTIMÉTRICO

O mapa altimétrico foi elaborado a partir do arquivo MDT (Modelo Digital de Terreno) com uso do software ArcGis versão 10.3.1, ferramenta SPATIAL ANALYST TOOLS > RECLASS > RECLASSIFY. Para a valoração das diferentes classes de declividade foi empregada a mesma metodologia de comparação pareada utilizada no uso e ocupação da terra, porém com uma matriz 5x5, sendo que o grau de consistência foi igual



a 0,03. Os maiores pesos foram atribuídos às classes com menor altimetria e a prioridade foi dada para essas classes.

Tabela 5 - Classes de altitude na bacia do rio maior

Classes de Altimetria (m)	Pesos
Até 119	0.4191
119 - 238	0.3100
238 - 358	0.1595
358 - 477	0.0685
477 - 596	0.0428

3.5 PESOS DOS CRITÉRIOS ANALISADOS

Assim como na metodologia descrita por Francisco (2006), foram definidos pesos diferenciados para cada critério analisado. Os pesos foram obtidos através de comparação pareada no caso do uso e ocupação da terra, de densidade de drenagem, declividade e altimetria. Com os quatro critérios definidos foi criada uma matriz 4x4 usando a ferramenta DATA ENTRY > EDIT no software IDRISI Selva. Para o processamento da matriz foi utilizada a ferramenta GIS ANALYSIS > DECISION SUPPORT > WEIGHT no software IDRISI Selva, onde se obteve os pesos de cada critério conforme tabela 5, tendo um grau de consistência de 0,03.

Tabela 6 - Pesos dos critérios

Crítérios	Pesos
Uso e ocupação da terra	0.2146
Densidade de drenagem	0.3633
Declividade	0.3633
Altimetria	0.0755

3.6 INTEGRAÇÃO DOS PLANOS DE INFORMAÇÃO

Após a definição de todos os critérios e seus respectivos pesos, foi elaborado o mapa temático de vulnerabilidade a inundação na bacia no software ArcGis versão 10.3.1, ferramenta RASTER CALCULATOR, onde os pesos são multiplicados por cada mapa, conforme equação que segue.



$$VI = 0.2146 *U + 0.3633 *Dd + 0.3466*D + 0.0755*A$$

Onde:

VI= vulnerabilidade à inundação;

U: Mapa de uso e ocupação da terra;

Dd: Mapa de densidade de drenagem;

D: Mapa de declividade;

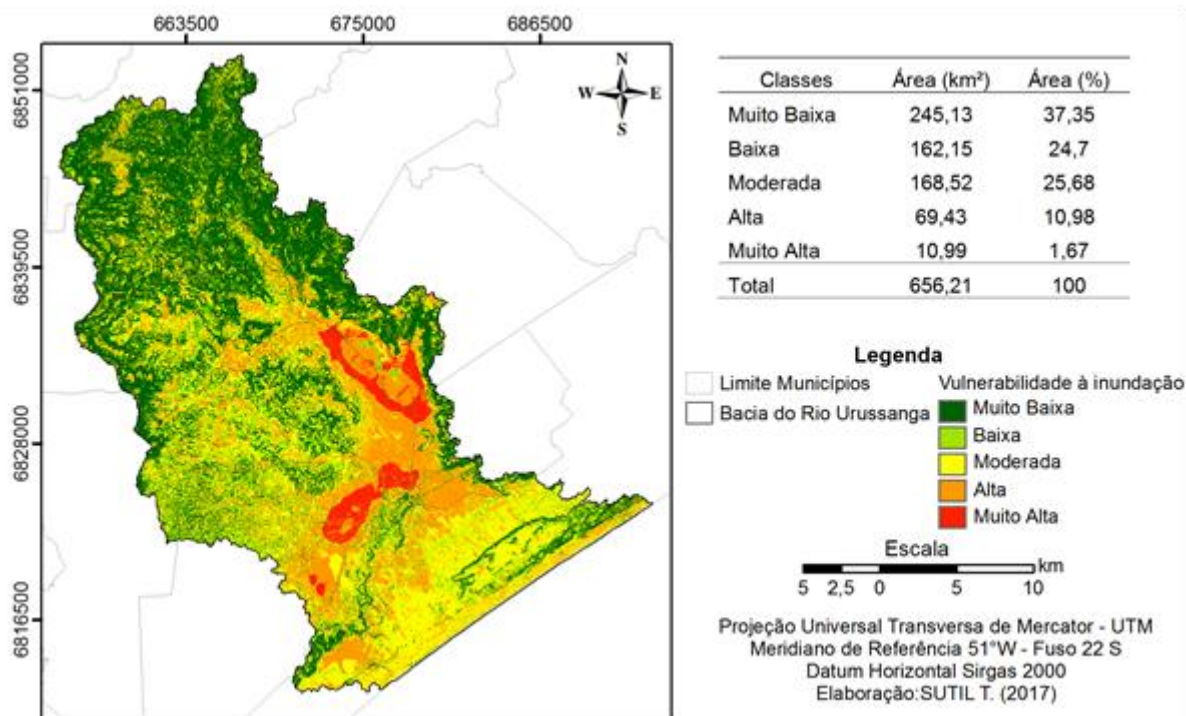
A: Mapa altimétrico;

4. RESULTADOS

O mapa de vulnerabilidade ao risco à inundação foi dividido em cinco categorias, classificando as áreas da bacia hidrográfica do Rio Urussanga em níveis diferentes de susceptibilidades ao risco a inundação. As categorias foram estabelecidas por meio das variáveis, já definidas na metodologia, em cinco classificações: muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta vulnerabilidade ao risco de inundação.

O mapa final de vulnerabilidade ao risco a inundação (Figura 2) gerado a partir do cruzamento dos mapas de hipsometria, declividade, uso e ocupação do solo e densidade de drenagem indicam quais são as áreas mais susceptíveis à ocorrência de inundações dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga. A análise da vulnerabilidade ao risco à inundação demonstra que 52% da área total da Bacia Hidrográfica do rio Urussanga encontra-se em grau muito baixo ou baixo de vulnerabilidade à inundação. Da área total da bacia, 25,5% apresenta vulnerabilidade em grau moderado, 10,5% da área apresentou uma vulnerabilidade em grau alto e 1,7% em grau muito alto.

Figura 2 – Mapa temático de vulnerabilidade á inundação



Para Rebelo (2003), os riscos a inundação estão relacionados aos elementos naturais e humanos. Para o autor, além de fatores de ordem climática, as variáveis naturais condicionantes à inundação, estão os declives, a permeabilidade ou a impermeabilidade do solo, tamanho e forma da bacia hidrográfica, características da cobertura vegetal, etc. No diz respeito às condicionantes humanas, estão, a construção de barragens e diques, modo de ocupação do solo, etc.

Tominaga (2012) também concorda que as inundações são resultantes de uma combinação de condicionantes naturais e antrópicas. Para a autora, as formas do relevo, as características da rede de drenagem da bacia hidrográfica, a intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas, as características do solo e o teor de umidade e a presença ou ausência da cobertura vegetal estão entre as condicionantes naturais, enquanto uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água, a disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água, as alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outras), estão entre as variáveis antrópicas.

Na bacia hidrográfica do Rio Urussanga, a área com muito alta e alta vulnerabilidade à inundação, estão em locais de baixa altitude e declividade, mas com alta



densidade de drenagem e ocupação do solo, como áreas urbanizadas e antropizadas (uso agrícola e pastagens).

A densidade de drenagem, no presente trabalho, é considerada como a segunda maior variável na condição de inundação, pois as “bacias com densidade de drenagem mais elevada, isto é, mais ramificações na drenagem natural, tendem, em geral, defasar as contribuições parciais e atenuar os hidrogramas de enchentes” (Costa e Teuber, 2001, p. 41). Na bacia hidrográfica do Rio Urussanga, as áreas classificadas com muito alta vulnerabilidade à inundação, apresentam um número bastante grande de cursos d’água, o que permite um rápido escoamento das precipitações para os rios, proporcionando às inundações.

A declividade foi a condicionante de maior peso como fator determinante à inundação. As áreas com muito alta e alta vulnerabilidade à inundação encontradas na bacia hidrográfica do Rio Urussanga coincidem com “vales abertos, com extensas planícies e terraços fluviais que predispõem inundações mais lentas (graduais), devido ao menor gradiente de declividade das vertentes do entorno” (Tominaga, 2012, p. 45). Machado (2010) também ressalta que as áreas de baixa declividade, como o fundo dos vales, são constituídas por várzeas, onde é comum a inundação e também a facilidade de ocupação humana, pela maior suavidade do terreno. As várzeas, por serem de baixa declividade apresentam rios com menor velocidade e com meandros, que funcionam como barreiras naturais ao escoamento da água, intensificando as inundações. O relevo plano contribuiu com a ocupação humana do solo por meio da agricultura e das pastagens, que por consequência houve retirada da mata ciliar, contribuindo com o processo de assoreamento dos corpos hídricos. Tal situação é visível nos limites territoriais dos municípios de Treze de Maio, Morro da Fumaça, Sangão, Içara e Jaguaruna.

A presença de áreas urbanizadas também é relevante como condicionante a vulnerabilidade de inundação. As áreas urbanas dos municípios de Urussanga, Içara, Morro da Fumaça, Sangão, Balneário Rincão e Cocal do Sul são as mais afetadas. As ocupações em áreas urbanas acontecem de forma desordenada e na maioria das cidades brasileiras são perceptíveis o forte adensamento urbano e as ocupações nas margens dos cursos d’água, o que impede a infiltração do fluxo pluvial. Tal cenário contribui para o aumento das enxurradas quando há forte precipitação; a água da chuva vai direto para os cursos d’água, aumentando o nível destes e desencadeando cheias e inundações (Rezende, et al., 2017).

Tominaga (2012) aponta como fatores antrópicos propícios às inundações o acúmulo de lixo e entulho nas margens dos rios, impermeabilização do solo (pelo asfalto e concreto) que impede a infiltração e aumenta a velocidade de escoamento da água, as retificações e as canalizações nos cursos d'água e o assoreamento, que alteram a dinâmica de vazão e são típicos de áreas urbanas.

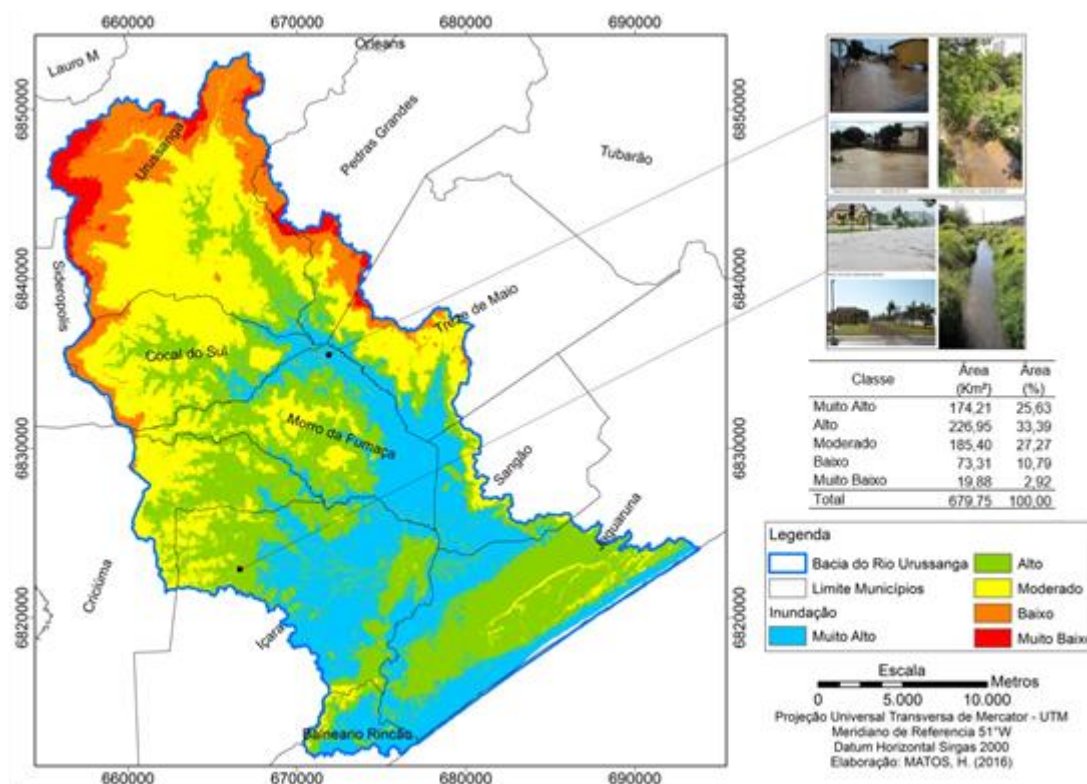
As áreas identificadas com moderada, baixa e muito baixa vulnerabilidade à inundação, estão concentradas em locais de maior altitude e declividade, próximas às divisores de água da bacia, ocupando territórios dos municípios de Urussanga, Cocal do Sul e Treze de Maio, totalizando 87,75% da extensão da bacia hidrográfica.

Comparando o presente trabalho com a pesquisa realizada por Ladwig et al, (2017) correspondente a mesma bacia hidrográfica, pode-se visualizar uma grande diferença no que diz respeito às espacialidades das classes de vulnerabilidade à inundação conforme figura 3. As discrepâncias se deram por conta dos critérios, em que no presente trabalho se optou por substituir a pedologia pela rede de drenagem, atribuindo pesos diferentes aos demais condicionantes, além disso, optou-se por realizar a ponderação de cada critério antes de elaborar a matriz final.

A variável cobertura do solo apresentou maior importância, seguida pela pedologia, pela declividade e pela altitude. No presente trabalho, a maior significância ficou com a declividade (conforme tabela 5), seguida pela densidade de drenagem, altimetria e uso e cobertura do solo. O mapa de uso e cobertura do solo receberam classes diferentes nos referidos estudos, contribuindo para a discrepância dos resultados.

Com critérios e pesos distintos em ambos os trabalhos, a área vulnerável ao risco de inundação apresentou dimensões diferentes dentro da mesma bacia hidrográfica. Enquanto no mapa de vulnerabilidade à inundação de Ladwig et al, (2017) a área tomada pelas classes muito alta e alta totalizou 59,02%, o mapa do presente trabalho ocupou somente 12,65% do território total da bacia hidrográfica do Rio Urussanga, ou seja, a menor porção espacial. Com as demais classes, também ocorreu uma inversão. No trabalho Ladwig et al, (2017), as classes moderada, baixa e muito baixa vulnerabilidade à inundação ocuparam 40,98% da bacia ao mesmo tempo em que no estudo atual essas classes ocuparam 87,73% da área, correspondendo a maior parte do território.

Figura 3 – Mapa temático de vulnerabilidade à inundação.



Fonte: LADWING et al., (2017).

5 CONCLUSÃO

A execução do presente trabalho proporcionou a identificação das principais áreas vulneráveis ao risco de inundação na bacia hidrográfica do Rio Urussanga, a partir do uso de ferramentas de geoprocessamento.

As condicionantes naturais, como a declividade, a densidade de drenagem e altimetria, contribuem de maneira significativa à ocorrência de inundações. Contudo, a intervenção humana irregular, por meio da ocupação urbana e agrícola e das interferências nos cursos d'água, potencializam as áreas sujeitas ao risco.

Deste modo, pode-se dizer que a utilização de técnicas de geoprocessamento como ferramenta de trabalho, mostrou-se muito eficiente na elaboração deste estudo. O método AHP (Processo de Hierarquização Analítica) possibilitou a determinação dos pesos das variáveis condicionantes no processo de inundação, integrando diversos dados espaciais.

Neste sentido, é possível afirmar que a metodologia aplicada nesta pesquisa pode ser utilizada na identificação de áreas vulneráveis ao risco de inundação, não somente

no território da bacia hidrográfica do Rio Urussanga, como nas demais regiões hidrográficas brasileiras, constituindo um respeitável instrumento de prevenção, mitigação e solução em locais de vulnerabilidade aos riscos.

Espera-se, por fim, que o presente trabalho possa contribuir na elaboração de planejamentos urbanos, pelos setores públicos e privados, localizando e controlando a ocupação populacional em áreas vulneráveis ao risco de inundação nos municípios integrantes da bacia hidrográfica do Rio Urussanga.

REFERÊNCIAS

ADAMI, R. M.; CUNHA, Y. M. **Caderno do educador ambiental das bacias dos rios Araranguá e Urussanga**. Blumenau: Fundação Agência da Água do Vale do Itajaí, 2014.

Agência Nacional de Águas - ANA, 2016. Hidroweb. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 17 mai. 2017.

BACK, A. J. Caracterização climática. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina**. Curitiba: Juruá Editora, 2009.

BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: editora 34, 2011.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil. Política Nacional de Defesa Civil. Brasília, 2007.

CARNEIRO, C. B. L.; VEIGA, L. **O conceito de inclusão, dimensões e indicadores**. Belo Horizonte: Secretaria Municipal de Coordenação da Política Social, jun. 2004.

COSTA, H.; TEUBER, W. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma abordagem geral**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

DE BIASI, M. 1970. **Carta de declividade de vertentes**: confecção e utilização. Geomorfologia. São Paulo, 21: 8-13.

Francisco, C. E. da S. et al.; 2007. **Espacialização de análise multicriterial em SIG**: prioridades para recuperação de Áreas de Preservação Permanente. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, INPE.

HORA, S. B. da; GOMES, R. L. **Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA**. Soc. nat., Uberlândia, v. 21, n. 2, 2009.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 274p.

LADWIG, N. I. et al. Mapeamento da vulnerabilidade à inundação e ao deslizamento na bacia hidrográfica do Rio Urussanga, utilizando o método de análise hierárquica – AHP. In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.). **Planejamento e gestão territorial: gestão integrada do território**. Criciúma: UNESC, 2017. p.142-160. DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/plan11>. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/5165>.

LADWIG, N. I.; ROSSO, E. P.. Geoprocessamento aplicado no mapeamento de áreas de risco. In: Nilzo Ivo Ladwig; Hugo Schwalm. (Org.). **Planejamento e Gestão Territorial: Experiências Sustentáveis**. 2ed. Florianópolis: Insular, 2015, v. 1, p. 57-76.

MACHADO, P. J. de O. et al. **Diagnóstico físico-ambiental da bacia hidrográfica do córrego São Pedro**: um exercício acadêmico de gestão dos recursos hídricos. Ubá: Ed. Geographica, consultoria, estudos e projetos ambientais Ltda., 2010.

Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Manual de capacitação sobre Mudança climática e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) - Ed. rev. e atual. - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2014

REBELO, F. **Riscos naturais e ação antrópica**. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2003.

RIBEIRO, M. J. **Sociologia dos desastres**. Sociologia – Problemas e Práticas. N. 18, 1995. p. 23-43

SAATY, T. L. **Decision making with the analytic hierarchy process**. Int. J. Services Sciences, Chicago, v. 1, n. 1, 2008.

SABIA, R. J.; LIMA, et al.; 2015. Método Analytic Hierarchy Process - AHP aplicado a pegada hídrica na região metropolitana do Cariri. **Anais XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Fortaleza, pp. 1 – 13.

SANTA CATARINA. **Conhecendo Santa Catarina**. Secretaria de Estado da Educação. Secretaria de Estado do Planejamento. Florianópolis: 2008. s. p.

SILVA, C. A. da; NUNES, F. de P.; 2009. Mapeamento de vulnerabilidade ambiental utilizando o método AHP: uma análise integrada para suporte à decisão no município de Pacoti/CE. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, INPE, pp. 5435 – 5442.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.

TUCCI, C. E. M., BRAGA, B. (Org.). **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRH. 2002



VEYRET, Y. (org.). **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007, 320p.

ZAMPARONI, C. G. **Riscos e desastres naturais em ambiente urbano**: o exemplo de Cuiabá/MT. Revista Brasileira de Climatologia, v. 10, jun. 2012.