

## Eventos climatológicos extremos na bacia do rio Inhandava e a gestão urbana

*Extreme weather events in the Inhandava river basin and urban management*

*Eventos climáticos extremos en la cuenca del río Inhandava y la gestión urbana*

**Evanisa Fátima Reginato Quevedo Melo**

Professor Doutor, UPF, Brasil  
evanisa9@gmail.com

**Ricardo Henrique Reginato Quevedo Melo**

Professora Doutorando, IMED, Brasil  
ricardohquevedo@gmail.com

**Rodrigo Henrique Reginato Quevedo Melo**

Eng. Civil, UPF, Brasil  
rodrigohquevedo@gmail.com

**RESUMO**

Os eventos climatológicos extremos fazem parte da história da sociedade tendo em vista que a influência do aumento populacional aliado a urbanização provoca grandes impactos. Desse modo, o conhecimento da forma que estes eventos ocorrem torna-se fundamental para gestão de políticas públicas visando o planejamento, prevenção e minimização destes. O estudo foi realizado na microbacia do Rio Inhandava, localizada no estado do Rio Grande do Sul. Os eventos foram avaliados no período entre 2009 até 2014, com base no banco de dados da Defesa Civil e do S2ID (Sistema Integrado de Informações sobre Desastres), além da utilização do software Arcgis. Neste período, os eventos climatológicos extremos ocorridos foram à estiagem, enxurrada, vendaval, granizo e inundação. Em todo o estado, estes desastres contabilizam 2031 registros, dos quais 54 ocorreram nos municípios da região sendo 48 decretos de Situação de Emergência. A estiagem foi o evento de maior ocorrência, seguida por enxurrada, vendaval, granizo e inundação, respectivamente. Percebe-se a necessidade de investimentos em infraestruturas de planejamento e gestão. A implantação de políticas que visem à prevenção e minimização destes fenômenos é fundamental para a região, uma vez que, os desastres climáticos, devido às suas magnitudes e frequências, implicam negativamente na situação social e econômica dos municípios da região, em virtude do pequeno porte e estrutura destes. Dessa maneira, evidencia-se a necessidade de criação de políticas públicas e investimentos para atender aos eventos climatológicos extremos na microbacia do Rio Inhandava de forma a melhorar a gestão e resiliência urbana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eventos naturais, Bacia hidrográfica, Planejamento.

**ABSTRACT**

Extreme climatic events are part of the history of society, since the influence of the population increase combined with urbanization causes great impacts. Thus, the knowledge of the way these events occur becomes fundamental for the management of public policies aiming at the planning, prevention and minimization of these. The study was carried out in the Inhandava river basin, located in the state of Rio Grande do Sul. The events were evaluated in the period between 2009 and 2014, based on the database of Civil Defense and S2ID (Integrated Disaster Information System), in addition to using Arcgis software. During this period, the extreme climatic events that occurred were drought, flooding, gale, hail and flood. Across the state, these disasters account for 2,031 records, of which 54 occurred in the municipalities of the region, being 48 Emergency Situations decrees. Drought was the most frequent event, followed by flood, gale, hail and flood, respectively. The need for investments in planning and management infrastructures is evident. The implementation of policies aimed at the prevention and minimization of these phenomena is fundamental for the region, since climatic disasters, due to their magnitudes and frequencies, negatively imply the social and economic situation of the municipalities of the region, due to the small size and their structure. Thus, it is evident the need to create public policies and investments to attend the extreme climatological events in the Inhandava river basin in order to improve urban management and resilience.

**KEY WORDS:** Natural events, Hydrographic basin, Planning.

**RESUMEN**

Los sucesos climáticos extremos forman parte de la historia de la sociedad teniendo en cuenta que la influencia del aumento poblacional aliado a la urbanización provoca grandes impactos. De este modo, el conocimiento de la forma que estos eventos ocurren se vuelve fundamental para la gestión de políticas públicas con el objetivo de la planificación, prevención y minimización de éstos. El estudio fue realizado en la microcuenca del Río Inhandava, ubicada en el estado de Rio Grande do Sul. Los eventos fueron evaluados en el período entre 2009 y 2014, con base en el banco de datos de la Defensa Civil y del S2ID (Sistema Integrado de Información sobre Desastres) además de la utilización del software Arcgis. En este período, los eventos climatológicos extremos ocurridos fueron a la sequía, ahuecada, vendaval, granizo e inundación. En todo el estado, estos desastres contabilizan 2031 registros, de los cuales 54 ocurrieron en los municipios de la región siendo 48 decretos de Situación de Emergencia. La sequía fue el acontecimiento de mayor ocurrencia, seguida por azurrada, vendaval, granizo e inundación, respectivamente. Se percibe la necesidad de inversiones en infraestructuras de planificación y gestión. La implantación de políticas destinadas a la prevención y minimización de estos fenómenos es fundamental para la región, ya que los desastres climáticos, debido a sus magnitudes y frecuencias, implican negativamente en la situación social y económica de los municipios de la región, en virtud del pequeño porte y estructura de éstos. De esta manera, se evidencia la necesidad de crear políticas públicas e inversiones para atender a los eventos climáticos extremos en la microcuenca del Río Inhandava para mejorar la gestión y la resiliencia urbana.

**PALABRAS CLAVE:** Eventos naturales, Cuenca hidrográfica, Planificación.

# Fórum Ambiental

da Alta Paulista

## INTRODUÇÃO

Na história da humanidade, os eventos climatológicos extremos ocorrem desde os primórdios, causando mudanças no destino de populações e sua migração pelos continentes (DIAS, 2014). De forma abrangente, percebe-se que um extremo climático mantém conexão com outros locais, não ocorre isoladamente (DIAS, 2014). Estes eventos podem ocorrer de inúmeras formas, tais como enchentes, secas prolongadas, ondas de calor, tufões, tornados, vendavais, granizo, entre outros (MARENGO, et al., 2009).

Pesquisar os impactos do clima e variabilidade climática é importante para conhecer os problemas das regiões buscando solucioná-los, utilizando o planejamento de políticas e ações no setor social, econômico e ambiental, minimizando desta forma possíveis efeitos das mudanças nos padrões climáticos para a agricultura e aumento da frequência dos eventos extremos (IPCC, 2012; MARTINS, 2012; DIAS; SILVA, 2015).

A vulnerabilidade da sociedade diante dos eventos climáticos extremos é cada vez maior. Independente do grau de interferência do homem na intensificação dos eventos de ordem natural, assim é preciso estar atento para o aumento na frequência e gravidade dos desastres naturais e seus impactos humanos e sociais, que repercutem na saúde da população e na organização socioeconômica, podendo causar prejuízos e até mesmo catástrofes (SILVEIRA, 2016).

O aumento populacional aliado com o crescimento não planejado dos centros urbanos gera a ocupação desenfreada de áreas sem qualquer infraestrutura, tais como topos de morros e beiras de rios (CUNHA, et al., 2010). Outro fator que merece destaque referente ao crescimento populacional é o aumento da poluição e emissão dos gases do efeito estufa. Estes fatores aliados contribuem de forma significativa para o aumento da frequência e intensidade dos eventos climatológicos extremos (MARENGO, et al., 2009). Em virtude desses fatores, quando ocorrem os extremos climáticos, estes provocam impactos nunca antes observados (DIAS, 2014).

Segundo Marengo et al. (2009) os extremos climáticos ocorrem desde a história da sociedade, contudo, como consequência das ações do homem a frequência desses eventos aumentou, não apenas na quantidade de vezes, mas na intensidade das ocorrências.

Considerando os padrões de clima globais os extremos climáticos de secas e enchentes, extremos de frio e de calor estão associados a padrões conhecidos como El Niño e La Niña, porém existem outros padrões pouco conhecidos e associados que podem apresentar interferências a situações esperadas num contexto de mudanças climáticas globais em diferentes regiões do Brasil (DIAS, 2014).

Também a chance da ocorrência de eventos extremos aumenta proporcionalmente ao aumento da temperatura média global nos locais de mudanças climáticas (IPCC, 2014).

O planejamento deve ser um conjunto de ações dos três níveis de governo, federal, estadual e municipal, tendo como objetivo atuar no território nacional visando o desenvolvimento e integração das regiões (DELFINO, 2012). O planejamento regional é elaborado por meio da análise regional, ou seja, através das informações coletadas na região, a partir do estudo da interação de diversas variáveis a respeito de fatores sociais, econômicos e físicos (VARGAS e THEIS, 2011). De acordo com Delfino (2012) o planejamento regional no Brasil é recente e necessita de projetos claros que levem em conta o potencial natural, social e econômico de cada região.

Vale destacar a importância de conhecer os eventos climatológicos extremos para buscar medidas de prevenção, pois estes podem ocorrer em escalas que variam de dias à milênios e são considerados grandes desvios de um estado climático moderado. Sendo os de maior

importância para a atividade humana, aqueles eventos extremos a curto e médio prazo, relacionados, respectivamente a meteorologia e clima (MARENGO et al. 2009).

Nesse contexto, o conhecimento da forma que os eventos climáticos extremos ocorrem em determinado local torna-se fundamental para o planejamento, prevenção, além de minimizar estes, por meio da melhoria das políticas públicas do local, contribuindo na gestão urbana de modo a entender as mudanças climáticas e a interferência na resiliência da área.

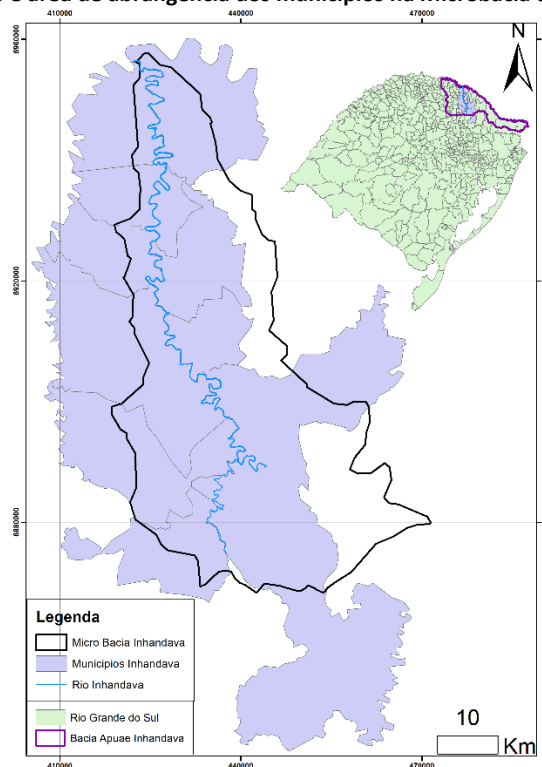
## OBJETIVO

Realizar o levantamento dos eventos climáticos extremos ocorridos na microbacia do Rio Inhandava, de forma a analisar e a auxiliar na gestão de políticas públicas voltadas ao planejamento, prevenção e minimização destes eventos e suas consequências na resiliência urbana.

## METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na microbacia do rio Inhandava, a qual encontra-se na bacia do Rio Uruguai, na sub região Apuaê-Inhandava. O rio nasce nos municípios de Caseiros e Lagoa Vermelha e é um importante contribuinte para o rio Uruguai (Figura 1). A extensão do rio é de aproximadamente 200 km e abrange os municípios de Lagoa Vermelha, Caseiros, Ibiçá, Santo Expedito do Sul, Sananduva, Cacique Doble, São João da Urtiga, Paim Filho, Maximiliano de Almeida e Machadinho.

Figura1. Localização e área de abrangência dos municípios na Microbacia do Rio Inhandava, RS.



Fonte: Autores, 2018

Para avaliação dos eventos climatológicos extremos, relataram-se aqueles ocorridos entre 2009 até meados de 2014, com base no banco de dados da Defesa Civil e do S2ID (Sistema Integrado de Informações sobre Desastres), sendo realizada uma comparação entre a

ocorrência destes na região de estudo e no estado do Rio Grande do Sul. Os dados foram sistematizados em mapas através da utilização de softwares como o ArcGIS.

O software ArcGIS é de suma importância por facilitar a organização dos dados de campo e por proporcionar ganho de tempo, levando em consideração a praticidade do uso, possibilita levantar um maior número de dados em menor tempo. O software permite realizar o monitoramento da bacia por meio da vetorização de polígonos sobre imagens obtidas por satélite e, a partir da delimitação e quantificação de áreas antropizadas, são elaborados mapas, efetuados cálculos e estatísticas. Sendo que este torna-se eficaz devido a sua rápida visualização, resgate e atualização dos dados.

Por fim, o uso de geotecnologias, como o ArcGis, são eficientes no alcance de resultados e informações precisas acerca da região escolhida. Sendo esse promissor para análises ambientais, demonstrando os avanços tecnológicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a eventos extremos pode-se considerar tanto eventos chuvosos e secos como quentes e frios, apresentando grande variabilidade, sugerindo fortemente o planejamento e adequação das infraestruturas, principalmente aquelas associadas aos recursos hídricos (DIAS, 2014).

A análise inicial das características do rio ilustrou que o Rio Inhandava apresenta uma alta vulnerabilidade à inundação a partir de sua extremidade norte (exutório do rio), local a partir do qual o mesmo deságua no Rio Uruguai, até cerca de um quarto do seu trajeto, e nitidamente em um de seus afluentes que está no seu leste. Próximo a esta extremidade norte do Rio Inhandava (pouco mais a oeste), também deságua no Rio Uruguai o Rio Apuaê, que da mesma forma apresenta grande vulnerabilidade à inundações, até cerca de um terço do seu percurso.

Os eventos climatológicos extremos evidenciados na região no período de 2009 a 2014 foram à estiagem, a enxurrada, o vendaval, o granizo e a inundação. No Estado do Rio Grande do Sul, nesse mesmo período verificou-se o total de 2031 destes eventos, sendo que 54 destes ocorreram nos municípios do local de estudo, que acarretaram em 48 decretos de situação de emergência. De acordo com a Política Nacional de Defesa Civil (2007) para ser decretada situação de emergência o evento ocorrido deve ser de grande porte, cuja intensidade indica que o município não possui condições de resolver a situação apenas com os próprios recursos, e necessita de complementação do governo estadual ou federal.

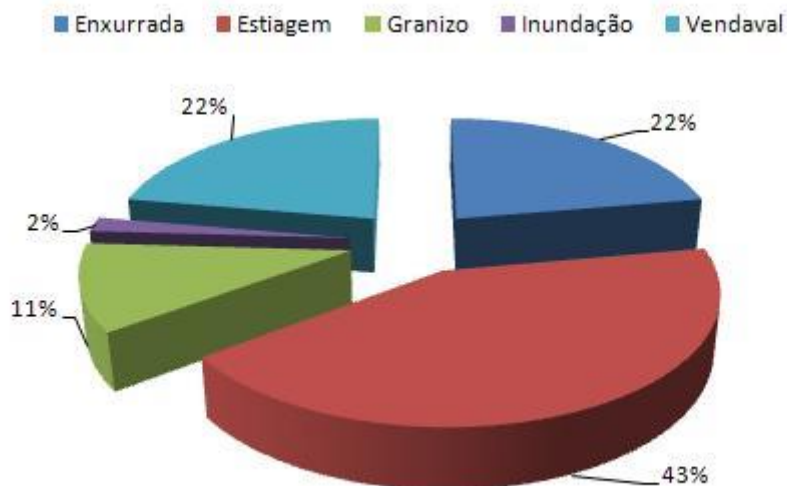
Os eventos que afetaram um maior número de pessoas da região foram à estiagem do primeiro semestre de 2012 (cerca de 28.300 pessoas), seguida da estiagem de abril de 2009 (cerca de 21.000 pessoas, sendo que deste total mais de 35% dos afetados pertenciam ao município de Sananduva).

Em virtude da maioria dos municípios presentes na microbacia serem de pequeno porte, quando estes eventos climatológicos ocorrem, acabam por afetar significativa parcela da população ou até mesmo praticamente toda a população dos mesmos. E desse modo, as consequências são muito maiores e mais significativas, demonstrando a importância da implantação de medidas como a recuperação das matas ciliares, redução da impermeabilização do solo, dentre outros, com o objetivo de reduzir os danos causados por estes eventos.

Em relação aos decretos de Situação de Emergência (SE), foram relatados 48 de um total de 54 eventos registrados na região. Deste total de eventos registrados, onze se sucederam em 2009; onze em 2010; dez em 2011; treze em 2012; apenas dois em 2013 e sete até meados de

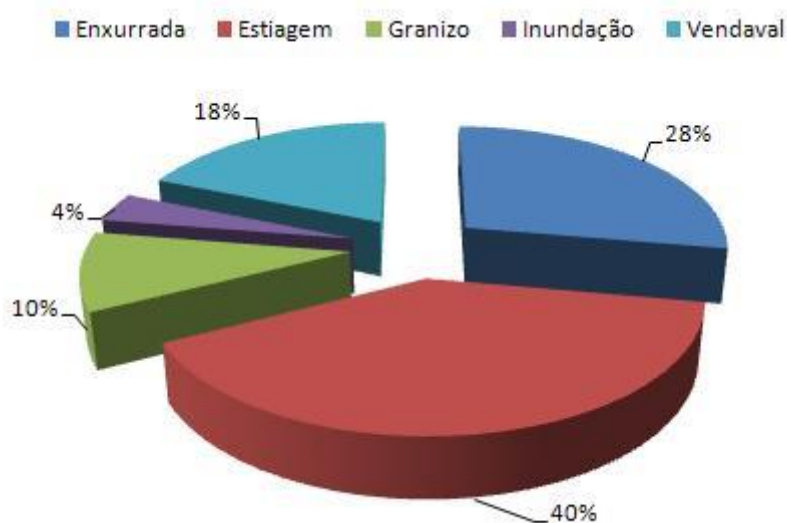
2014. As Figuras 2 e 3 demonstram a quantidade de cada tipo de desastre ocorrido na região de estudo e no Rio Grande do Sul inteiro.

Figura 2: Quantidade de eventos climatológicos ocorridos na região de estudo, de 2009 a 2014.



Fonte: Autores, 2018.

Figura 3: Quantidade de eventos climatológicos ocorridos no Rio Grande do Sul, de 2009 a 2014.



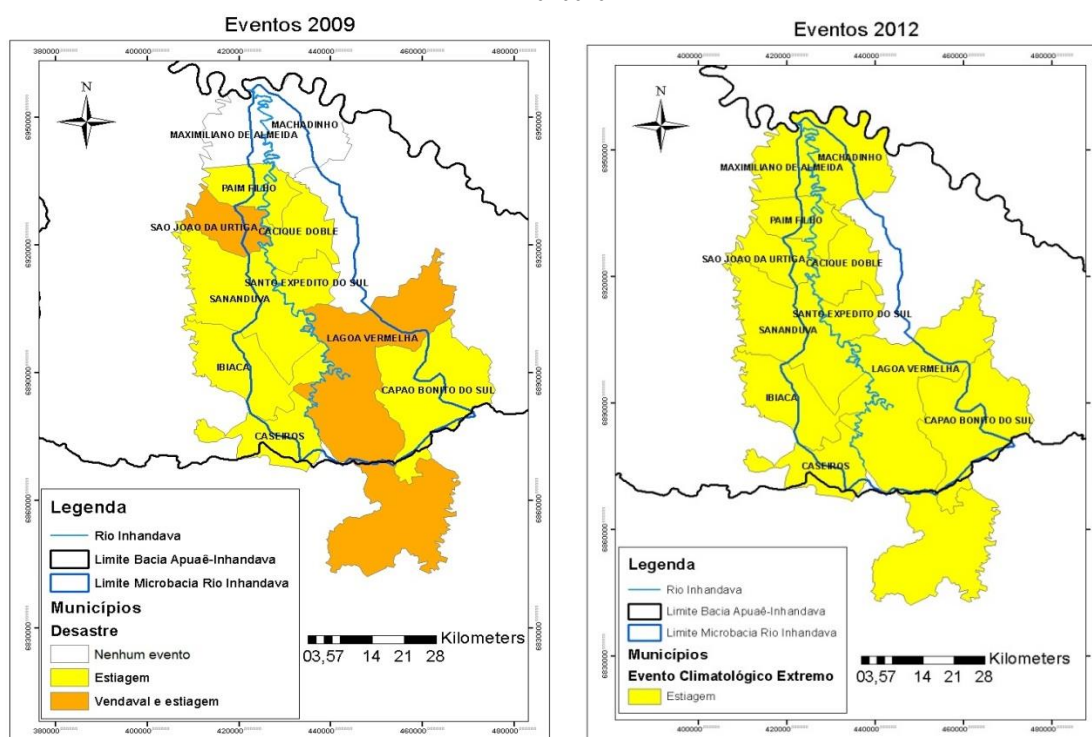
Fonte: Autores, 2018

Em relação aos eventos ocorridos em todo o Estado, entre 2009 e 2014, tem-se um total de 2031 ocorrências, das quais 54 ocorreram nos municípios da região de estudo, no período referido. A estiagem é o evento climatológico extremo que mais ocorreu na região de estudo neste período sendo provavelmente o que mais afeta a população e o município num todo, devido à sua duração, intensidade e abrangência espacial, seguida da enxurrada e do vendaval (que registraram o mesmo número de casos), do granizo e da inundação. Praticamente o mesmo ocorreu em todo o estado, exceto com relação à enxurrada que ocorreu por mais vezes do que os vendavais. Com relação às enxurradas que também apresentaram uma quantidade de episódios significativa, destaca-se que as mesmas ocorreram nos trechos ou

próximas aos trechos do Rio Inhandava que possuem um potencial de inundação considerado crítico – por exemplo, nos municípios de Maximiliano de Almeida e Santo Expedito do Sul, foram registradas duas enxurradas em cada município, em São João da Urtiga, foram registradas duas enxurradas e uma inundação.

A estiagem do primeiro semestre de 2012 foi o evento que mais afetou a população da região (cerca de 28.300 pessoas de um total de 79.100). No ano de 2009 foram onze ocorrências de estiagem e em 2012 treze, destacando que este tipo de evento climatológico tem grande importância para a região (Figura 4).

**Figura 4. Eventos climatológicos extremos em 2009 e 2012 com destaque para a estiagem, na microbacia do Rio Inhandava.**

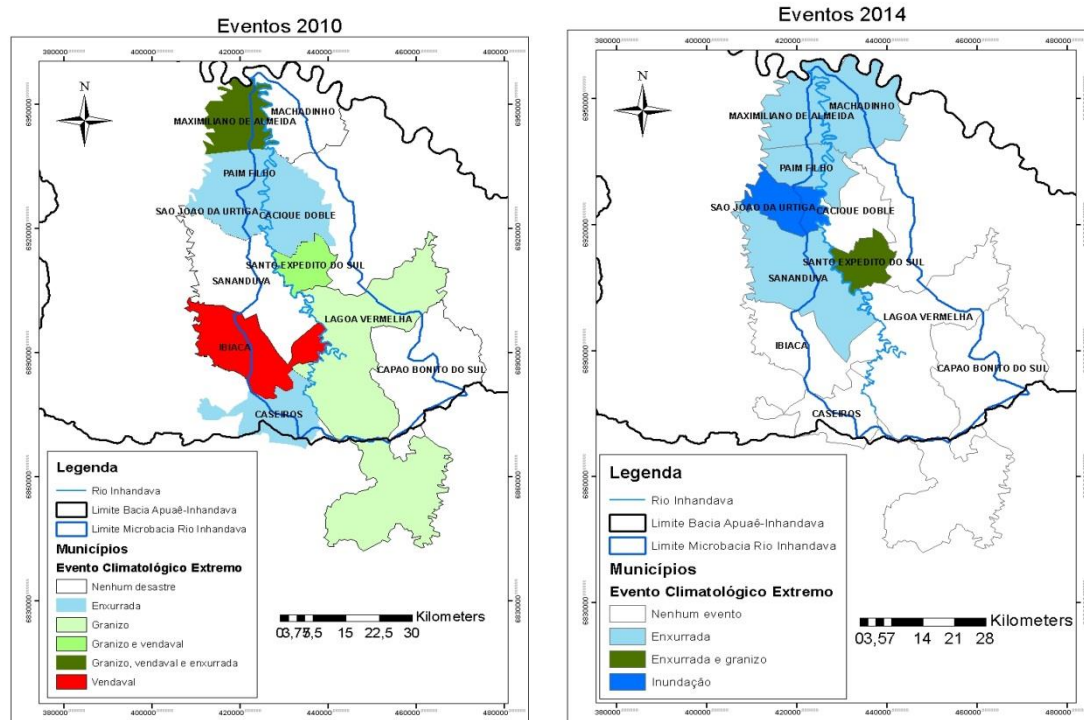


Fonte: Autores, 2018

Em anos de El Niño, quando o Sul do Brasil tende a ser chuvoso, observam-se grandes aglomerados de tempestades severas que podem levar a efeitos desastrosos, como granizo, ventanias, tornados e inundações (Dias, 1999, 2011; Dias et al., 2009). Assim na Figura 5 percebe-se a localização espacial dos eventos climatológicos ocorridos no ano de 2010 e 2014, no local de estudo. Em 2010 observou-se a ocorrência de enxurrada, granizo, granizo associado a vendável e enxurrada com vendaval. Enquanto que em 2014, não foi verificada a ocorrência de vendavais.

As enxurradas também apresentaram uma quantidade de episódios significativa, destacando-se que as mesmas ocorreram nos trechos ou próximas aos trechos do Rio Inhandava que possuem um potencial de inundação considerado crítico, como no município de Maximiliano de Almeida.

**Figura 5: Eventos climatológicos extremos de 2010 e 2014**



Fonte: Autores, 2018

Conhecer e identificar os fatores que contribuem para a vulnerabilidade da população à determinados danos relacionados aos eventos climatológicos extremos, pode contribuir para que sejam pensadas estratégias de prevenção e de mitigação dos danos melhorando a infraestrutura além de criar políticas de gestão aliadas ao planejamento ambiental.

Por meio da análise dos eventos climatológicos extremos ocorridos na microbasia do Rio Inhandava é possível verificar a necessidade de planejamento, prevenção, e elaboração de políticas públicas que visem à prevenção e minimização destes fenômenos, buscando a resiliência. Segundo Dias (2014) a previsibilidade dos extremos climáticos e a comunicação dos fenômenos associados para os diversos usuários são prioridade que exige abordagem multidisciplinar.

Ainda, percebe-se a necessidade de investimentos em infraestruturas de prevenção, tais como perfuração de poços, construção de cisternas, sistemas de captação e armazenamento da água das chuvas, além de medidas simples de educação ambiental de como por exemplo, dispor os resíduos em locais adequados, preservação da mata ciliar, dentre outras.

A implantação de políticas que visem à prevenção e minimização destes fenômenos é fundamental para a região, uma vez que, os desastres climáticos, devido às suas magnitudes e frequências, implicam negativamente na situação social e econômica dos municípios da região, em virtude do pequeno porte e estrutura destes.

## CONCLUSÕES

Os eventos climatológicos observados na microbasia do Rio Inhandava foram, no período de 2009 a 2014, estiagem, inundação, enxurrada, granizo e vendaval. A estiagem foi o evento que mais ocorreu neste período, sendo este o que provavelmente mais afetou a população, devido à sua maior abrangência temporal e espacial. Os demais eventos, enxurrada e do vendaval, do granizo e da inundação, foram observados em menor ocorrência e intensidade.



A estiagem é o evento que exige maior atenção da região, devido à frequência de ocorrência, duração, intensidade e abrangência espacial. Desse modo, a implantação de políticas que visem à prevenção e minimização destes fenômenos é fundamental para a região, uma vez que, os desastres climáticos, devido às suas magnitudes e frequências, implicam negativamente na situação social e econômica dos municípios da região, em virtude do pequeno porte e estrutura destes. Deste modo, evidencia-se a necessidade de criação de políticas públicas e investimentos para atender aos eventos climatológicos extremos na Bacia Hidrográfica do Rio Inhandava de forma a melhorar a gestão e resiliência urbana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2007. 82p.

DEFESA CIVIL. **Área dos Municípios**: consultas. Disponível em: <<http://www.defesacivil.rs.gov.br/>>. Acesso em: 02/09/2016.

DELFINO, A. I. Planejamento Regional no Brasil: necessidade de uma reformulação. **Revista Panorâmica On-Line**. Barra do Garças, Mato Grosso, v.13, p98-107. 2012.

DIAS, M.A.F. da S. An Increase in the number of tornado reports in Brazil. IN: **Weather, Climate and Society**, v. 3, 2011, p. 209-17.

DIAS, M. A. F. da S. Eventos climáticos extremos. **Revista USP**. São Paulo. n. 103. p. 33-40, 2014.

DIAS, M. A. F. da S.; ROZANTE, J. R.; MACHADO, L. A. T. Complexos Convectivos de Mesoescala na América do Sul. IN: CAVALCANTI, et al. (eds.). **Tempo e Clima no Brasil**. v. 1. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 181-94.

DIAS, R.S.; SILVA, D.F. da. Relação entre variabilidade pluviométrica, indicadores socioeconômicos e produção agrícola no Cariri/Centro Sul cearense. **Ambiência**, Garapuava, v.11, n.2 p.345-358, 2015.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Managing The Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation - Summary for Policymakers. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA. 2012.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge, Cambridge University Press, 2014.

MARENGO, J.A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H.S.; ZEE, D.M.W. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Rio de Janeiro: FBDS, 2009.

MARTINS, A. M. **Estimativa de produtividade das culturas do milho e do sorgo a partir de modelos agrometeorológicos em algumas localidades da região Nordeste do Brasil**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2012.

SILVEIRA, R.D. Risco climático e vulnerabilidade socioespacial: o exemplo dos eventos extremos relacionados ao calor e ao frio. **Revista brasileira de climatologia**, n.12,v.19, p.36-53, 2016

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES. Banco de dados de registros de desastres. Disponível em: <<http://150.162.127.14:8080/bdrd/bdrd.html>>. Acesso em: 02/09/2016.

VARGAS, D. B.; THEIS, I. M. **Planejamento regional do Brasil no período recente: a política nacional de desenvolvimento regional**. 2011. Dissertação – Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional de Blumenau – Universidade Regional de Blumenau. Blumenau. 2011