

Variabilidade espaço-temporal dos acumulados pluviométricos na bacia hidrográfica do Iguaçu-Sarapuí, Rio de Janeiro-RJ

Erick Marques Manoel¹; Fabricio Polifke da Silva²; Gisele Dornelles Pires²

¹ Alunos Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu - RJ

² Docentes Engenharia Civil do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu - RJ

erickmarqueess00@gmail.com, briciopolifke@gmail.com, unigengenharia@gmail.com

Resumo - A precipitação é um fenômeno ambiental altamente descontínuo e variável, tanto no tempo quanto no espaço. As chuvas podem ocorrer de forma rápida ou prolongada, com duração de poucos minutos, horas e, até mesmo, de vários dias. Embora, seja uma das variáveis mais importantes em diferentes setores ambientais e de proteção civil, é também uma das variáveis mais difíceis de monitorar, principalmente durante a ocorrência de chuvas intensas. Neste trabalho foram utilizados os dados de chuva coletados a cada 15 minutos pelas estações telemétricas pertencentes ao Instituto Estadual do Ambiente localizadas na bacia do Iguaçu-Sarapuí entre 2008 e 2018 visando avaliar a variabilidade espacial dos acumulados pluviométricos no interior da bacia. Através do tratamento de dados pluviométricos e da análise quantitativa realizada verificou-se que os meses compreendidos entre outubro e março apresentaram os maiores registros pluviométricos mensais. A análise individual para cada uma das sete estações de monitoramento mostrou também variabilidade pluviométrica entre as estações caracterizando a importância de estudos locais que visem subsidiar conhecimentos regionais em hidrologia, principalmente para a precipitação que apresenta alta variabilidade espaço-temporal.

Palavras-chave: Precipitação, variabilidade mensal, Iguaçu-Sarapuí

Abstract – Precipitation is a highly discontinuous and variable environmental phenomenon, both in time and space. The rains can occur quickly or prolonged, lasting a few minutes, hours and even several days. Although it is one of the most important variables in different environmental and civil protection sectors, it is also one of the most difficult variables to monitor, especially during heavy rains. In this work, rain data collected every 15 minutes by telemetric stations belonging to the State Environmental Institute located in the Iguaçu-Sarapuí basin between 2008 and 2018 were used in order to evaluate the spatial variability of rainfall accumulators inside the basin. Through the treatment of gauge data and the quantitative analysis performed, it was found that the months between October and March had the highest monthly rainfall records. The individual analysis for each of the seven monitoring stations also showed rainfall variability between stations, characterizing the importance of local studies that aim to subsidize regional knowledge in hydrology, mainly for precipitation that presents high spatiotemporal variability.

Keywords: Rainfall, monthly variability, Iguaçu-Sarapuí

1 Introdução

Desastres naturais podem ser caracterizados como o resultado da ocorrência de fenômenos naturais extremos e/ou intensos que ocasionam diversos impactos na sociedade, sendo distinguidos principalmente em função de sua origem. O aprimoramento contínuo de novas tecnologias que possam, de forma interdisciplinar, ser utilizadas como ferramentas para o monitoramento ambientais e defesas civis visando suprir as necessidades atuais da sociedade têm despertado de forma global um crescente

interesse da comunidade científica nas últimas décadas. Tal interesse emerge principalmente para a conservação do meio ambiente, principalmente considerando as possíveis alterações associadas às mudanças climáticas. Assim, medidas integradas visando à redução de danos causados por desastres naturais e segurança, assim como a saúde, da população se caracterizam como tema de grande relevância. (Tobin e Montz 1997).

Globalmente é observado um aumento da ocorrência de desastres naturais e os prejuízos econômicos associados. De acordo com a base de dados do Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (EM-DAT 2021), a acentuada tendência global de aumento do número de desastres passou de 50 registros por ano para 350 em 2008, tendo chegado a um máximo de 500 ocorrências em 2005. Segundo esta mesma fonte, os prejuízos estimados eram de aproximadamente 6 bilhões de dólares em 1965, passaram a 300 bilhões em 2011. Baseado nestes dados é indiscutível que os prejuízos econômicos decorrentes de desastres naturais são significativos e os esforços empregados na prevenção, como a modernização de técnicas e do uso das informações meteorológicas e do meio ambiente possibilitam a redução de perdas bilionárias na economia.

A chuva é a principal componente do ciclo hidrológico e a variável climática com maior variabilidade nas mais diversas escalas de tempo e de espaço (Tammets e Jaagus 2013). Os impactos associados a chuvas, como deslizamentos de terra e enchentes, em uma região urbana afetam diretamente aspectos socioeconômicos locais das populações envolvidas. De forma que o entendimento dessa variável é fundamental para ações de prevenção e mitigação de desastres naturais associados a sua ocorrência (Vissirini 2018).

A bacia do rio Iguaçu-Sarapuí está localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro, sendo composta por sete municípios integralmente ou parcialmente inseridos em seus limites, a saber: Belford Roxo, Duque de Caxias, Nilópolis, Nova Iguaçu, São João de Meriti, e parte do bairro de Bangu, no município do Rio de Janeiro. Esta área urbana sofre constantemente com desastres naturais, sendo uma das regiões do estado em que mais pessoas são afetadas por deslizamentos e inundações (INEA 2014).

O estudo das precipitações de uma bacia hidrográfica é importante para diversas aplicações de engenharia. A obtenção de variáveis como precipitações máximas e mínimas e determinação de eventos extremos não tem apenas importância acadêmica, mas também prática, uma vez que pode servir como base para o dimensionamento de obras hidráulicas, tais como vertedores de barragens, canais, bueiros, bacias de retenção, dentre outras (Castellano 2016).

Dados de chuvas observados são obtidos a partir de estações pluviométricas de forma pontual. Assim, os estudos das chuvas em uma região envolve a relação da intensidade de um evento neste ponto com seu respectivo tempo de duração, de modo que quanto maior a intensidade em um menor tempo, maior será o impacto da chuva. Alguns estudos de precipitações relacionam a frequência de ocorrência de cada evento com sua intensidade (Dereczynski et al. 2017, Pristo et al. 2018), considerando que a magnitude de um

evento com grandes impactos é inversamente relacionada à sua frequência de ocorrência, uma vez que quanto mais intenso é o evento, menor é sua probabilidade de ocorrência (Naghetini e Pinto 2007). Inserido neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a variabilidade espaço-temporal dos acumulados pluviométricos mensais, anuais e a ocorrência diárias da precipitação para as estações de monitoramento localizadas no interior da bacia do Iguaçu-Sarapuí.

2 Materiais e Métodos

A bacia do rio Iguaçu-Sarapuí tem uma área de drenagem que mede 726 Km², dos quais 168 Km² representam a sub-bacia do Sarapuí e 558 Km² a do Iguaçu. Esta bacia abriga parte dos Municípios do Rio de Janeiro, Nilópolis, Mesquita, São João de Meriti, Nova Iguaçu, Belford Roxo e Duque de Caxias, todos inseridos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, conforme demonstra a Figura 1 (Campos, 2004). A bacia do rio Iguaçu-Sarapuí tem como limites no Norte, a bacia do rio Paraíba do Sul, no sul, a bacia dos rios Pavuna/Meriti, no leste, a bacia dos rios Inhomirim/Estrela e no oeste, a bacia do Rio Guandu e afluentes da baía de Sepetiba (Instituto Baía de Guanabara – IBG, 2004). O rio principal, rio Iguaçu, tem suas nascentes na serra do Tinguá, a 1000 m acima do mar, aproximadamente. Possui uma extensão de 43 km e deságua na Baía de Guanabara. Seus principais afluentes são os rios: Tinguá, Pati e Capivari pela margem esquerda e Botas e Sarapuí, pela margem direita. O rio Sarapuí, segundo em importância para a bacia, nasce na serra de Bangu, no maciço da Pedra Branca, município do Rio de Janeiro, numa altitude de aproximadamente 900 m. De sua nascente até a sua foz no rio Iguaçu, percorre cerca de 36 Km.

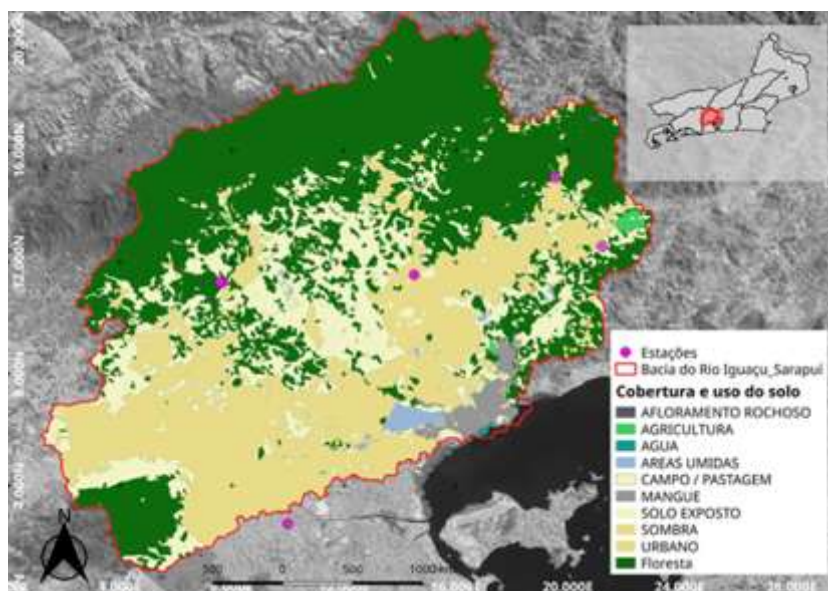


Figura 1- Cobertura e uso do solo da bacia hidrográfica do Iguaçu Sarapuí.

A análise pluviométrica foi realizada a partir dos dados de 7 estações meteorológicas operadas pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA) indicadas na Figura 1. As estações coletaram o

acumulado de precipitação a cada 15 minutos durante os anos de 2008 e 2018. Os indicadores utilizados são as médias mensais, percentuais de dias com chuva e máximas anuais. O primeiro item foi obtido calculando a média das chuvas acumulada mensalmente para cada mês considerando toda a série histórica da estação analisada. O segundo item registrará o percentual médio de dias sem chuvas para cada mês estudado. A máxima anual considera o maior valor registrado pela estação no ano correspondente. Todas as variáveis analisadas, bem como a manipulação dos dados serão realizadas através do software Microsoft Office Excel.

Na primeira etapa da análise de consistência, as séries históricas de precipitação retiradas do INEA, inicialmente coletadas a cada 15 minutos, foram convertidas para uma escala diária. Os dias que possuíam mais que 5% de falhas nesta fase foram descartados. Após essa limpeza inicial, as estações foram analisadas individualmente. As estações meteorológicas Catavento, Clube XV, GBM Nova Iguaçu e Raiz da Serra compreenderam 7 anos de dados interruptos, de 2008 à 2014, a estação Sta Cruz da Serra compreendeu 6 anos de dados interruptos, de 2008 à 2013, a estação Guadalupe compreendeu 5 anos de dados interruptos, de 2009 a 2013 e a estação Ponte de ferro Capivari compreendeu 5 anos de dados não interruptos, de 2008 à 2013, exceto 2011, pois foi um ano onde haviam muitas falhas.

3 Variabilidade mensal das chuvas e suas tendências na bacia do Iguaçu-Sarapuí

A Figura 2 mostra o resultado dos acumulados pluviométricos mensais para cada ano avaliado em cada uma das sete estações de monitoramento analisadas. Para todas as estações é possível observar maiores acumulados pluviométricos entre os meses de outubro a março que corresponde ao período chuvoso no sudeste do Brasil. Para cada estação individualmente pode-se também observar variações com relação aos acumulados pluviométricos. Para a estação Catavento, verificou-se que os meses mais chuvosos na estação Catavento foram janeiro, março, novembro e dezembro, com uma precipitação média acima de 180 mm, os menos chuvosos foram junho, julho e agosto, com uma precipitação média abaixo de 50 mm.

Na estação Clube XV os mais chuvosos foram janeiro, março e dezembro, com uma precipitação média acima de 150 mm, os menos chuvosos foram maio, junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 80 mm. Na estação GBM Nova Iguaçu os mais chuvosos foram janeiro e dezembro, com uma precipitação média acima de 270 mm, os menos chuvosos foram maio, junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 50 mm. A estação Guadalupe teve como meses mais chuvosos janeiro, fevereiro, março e dezembro, com uma precipitação média acima de 135 mm, os menos chuvosos foram junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 50 mm. Para estação Ponte de ferro Capivari, os meses mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro, com uma precipitação média acima de 200 mm. Os menos chuvosos foram junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 65 mm.

Na estação Raiz da serra os meses mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro, com uma precipitação média acima de 280 mm. Os menos chuvosos foram maio, junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 100 mm. Enquanto na estação Santa Cruz da Serra os mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro, com uma precipitação média acima de 240 mm. Os menos chuvosos foram maio, junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 50 mm. Em alguns casos o mês de fevereiro teve uma precipitação menor do que nos meses de janeiro e março que é anterior e sucessor a ele.

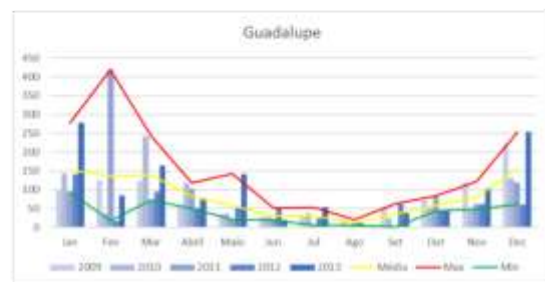
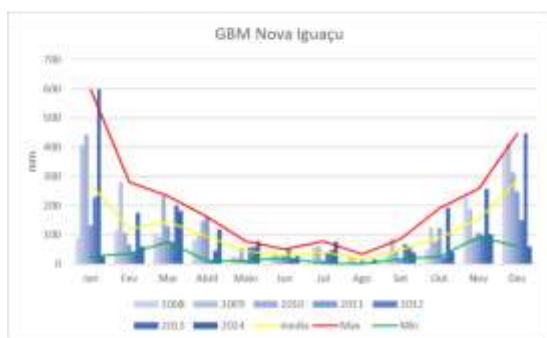
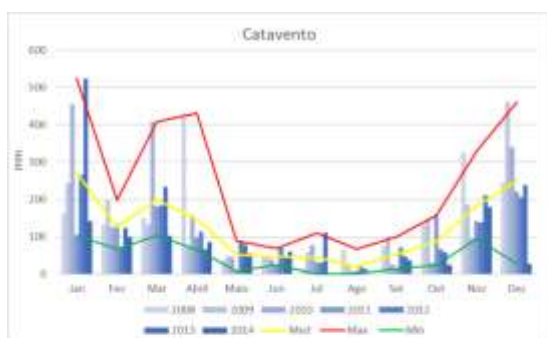


Figura 2 – Distribuição mensal e anual dos acumulados pluviométricos em cada uma das sete estações analisadas entre janeiro de 2008 e dezembro de 2013.

A Figura 3 mostra o resultado das possíveis tendências dos acumulados pluviométricos anuais para cada uma das sete estações de monitoramento analisadas. Antes da discussão dos resultados, ressalta-se que os mesmos podem apresentar um viés implícito devido ao curto período temporal avaliado. Através da Figura 3 pode-se observar que na estação Catavento os anos que mais choveram foram 2008 (1816,4 mm) e 2010 (1807,4 mm), o ano que menos choveu foi 2011 (1125 mm). Na estação Clube XV os anos que mais choveram foram 2013 (1513,2 mm) e 2009 (1442,3 mm), o ano que menos choveu foi 2014 (714,2 mm). Na estação GBM Nova Iguaçu os anos que mais choveram foram 2013 (2099,6 mm) e 2009 (1822,6 mm), o ano que menos choveu foi 2014 (823,4 mm). Na estação Guadalupe o ano que mais choveu foi 2013 (1263,6 mm), o ano que menos choveu foi 2012 (666,8 mm); enquanto na estação Ponte de ferro Capivari os anos que tiveram as maiores e menores chuvas foram 2009 e 2012, com 1934,6 e 1183 mm, respectivamente.

Nas estações Raiz da serra e Santa Cruz da Serra o ano que mais choveu foi 2009, registrando precipitações anuais acumuladas de 2824,6 mm e 1485 mm, respectivamente. Entretanto, o ano menos chuvoso da série para estação Raiz da Serra foi 2014 (1344,4 mm); enquanto para estação Santa Cruz da Serra foi 2012 (989,2 mm). Exceto as estações Clube XV e Guadalupe, todas as estações apresentaram uma tendência para redução da precipitação anual no intervalo de dado analisado.

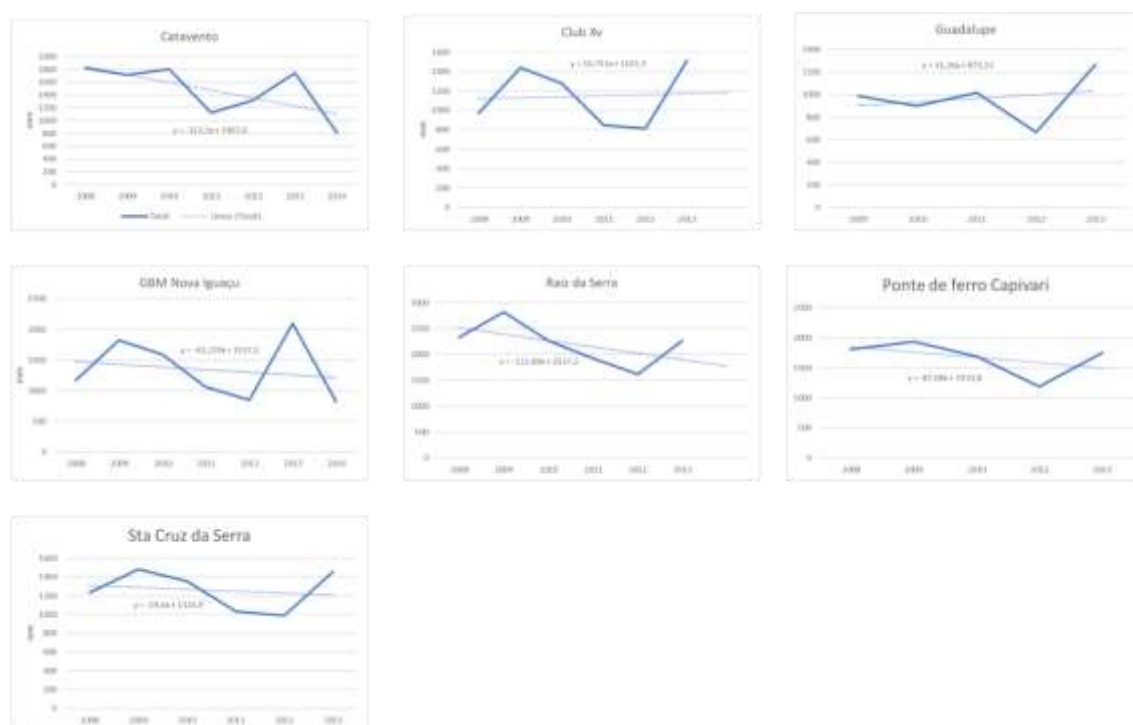


Figura 3 – Tendência anual da precipitação uma das sete estações analisadas entre 2008 e 2013.

4 Variabilidade diária da ocorrência da precipitação na bacia do Iguaçu-Sarapuí

A Figura 4 apresenta o percentual de dias com chuva de cada estação analisada. Na estação Catavento verificou-se que os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram maio e agosto de 2011 e outubro de 2014. Os meses que apresentaram mais dias com chuva foram janeiro, março, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 60% dos dias dos meses (novembro segue como o mês com mais dias com chuva), o ano com mais dias com chuva foi 2009, com 202 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2014, com 140 dias com chuva. Na estação Clube XV os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram fevereiro e julho de 2008, maio, junho, agosto e setembro de 2010, maio de 2011 e fevereiro e agosto de 2012. Os meses com mais dias com chuva foram março, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 50% dos dias dos meses (janeiro de 2013 foi o mês que mais choveu, cerca de 77,41% dos dias com chuva), os anos com mais dias com chuva foram 2009 e 2013, com 170 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2010, com 115 dias com chuva.

Para a estação GBM Nova Iguaçu observou-se que os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram agosto de 2010, 2012, 2013 e 2014, julho de 2008 e 2009 e janeiro de 2014. Os meses com mais dias com chuva foram janeiro, março, outubro, novembro e dezembro (dezembro segue como o mês com mais dias com chuva), o ano com mais dias com chuva foi 2008, com 174 dias com chuva e o ano com menos dias com chuva foi 2014, com 110 dias com chuva. Na estação Guadalupe os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram maio, julho e setembro de 2011, julho e agosto de 2012 e agosto de 2013. Os meses que apresentaram mais dias com chuva foram janeiro, março, outubro, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 40% dos dias dos meses (dezembro segue como o mês com mais dias com chuva). O ano com mais dias com chuva foi 2009, com 169 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2011, com 108 dias com chuva.

Na estação Ponte de Ferro Capivari os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram julho de 2008, agosto de 2010 e 2012 e fevereiro de 2012. Os meses que apresentaram mais dias com chuva foram janeiro, março, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 59% dos dias dos meses (janeiro segue como o mês com mais dias com chuva). O ano com mais dias com chuva foi 2009, com 195 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2012, com 150 dias com chuva. A estação Raiz da Serra os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram agosto de 2008, fevereiro de 2012 e dezembro de 2014. Os meses que registraram mais dias com chuva foram janeiro, março, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 64% dos dias dos meses (janeiro segue como o mês com mais dias com chuva). O ano com mais dias com

chuva foi 2009, com 223 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2014, com 178 dias com chuva.

Na estação Santa Cruz da Serra os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram maio de 2009, agosto de 2010, 2012 e 2013 e janeiro, maio e julho de 2011. Os meses que registraram mais dias com chuva foram janeiro, março, outubro, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 50% dos dias dos meses (dezembro segue como o mês com a maior média de dias com chuvas). O ano com mais dias com chuva foi 2009, com 176 dias com chuva e o ano com menos dias com chuva foi 2011, com 144 dias com chuva.



Figura 4 – Percentual de dias com chuvas para cada estação entre janeiro de 2008 e dezembro de 2013.

Em algumas estações, fevereiro registrou bem menos dias com chuva do que janeiro e março que são anterior e sucessor a ele. Comparando com meses que possuem o mesmo número de dias com chuva em diferentes anos na mesma estação, é possível identificar um aumento no acumulado das chuvas diárias. Como é o caso da estação Catavento, em que o mês de janeiro de 2009 choveu 242,8 mm, enquanto em janeiro de 2013 choveu 523,8 mm. Essa diferença de 281 mm indica um aumento na

intensidade de chuvas diárias, uma vez que ambos os meses tiveram um percentual semelhante de dias com chuva. Casos semelhantes ocorrem nos meses de janeiro dos anos 2009 e 2013 nas estações Clube XV, GBM Nova Iguaçu, Guadalupe, Ponte de Ferro Capivari e Raiz da serra, apontando um incremento nas precipitações da bacia do rio Iguaçu-Sarapuí no ano de 2013.

5 Conclusões

A chuva é a principal componente do ciclo hidrológico e a variável climática com maior variabilidade espaço-temporal. Os impactos associados a chuvas, como deslizamentos de terra e enchentes, em uma região urbana afetam diretamente aspectos socioeconômicos locais das populações envolvidas. O aprimoramento contínuo de novas tecnologias que possam, de forma interdisciplinar, ser utilizadas como ferramentas para o monitoramento ambientais e defesas civis visando suprir as necessidades atuais da sociedade têm despertado de forma global um crescente interesse da comunidade científica nas últimas décadas. Assim, medidas integradas visando à redução de danos causados por desastres naturais e segurança, assim como a saúde, da população se caracterizam como tema de grande relevância.

Através dos resultados obtidos verificou-se que os meses compreendidos entre outubro e março apresentaram os maiores registros pluviométricos mensais. A análise individual para cada uma das sete estações de monitoramento mostrou também variabilidade pluviométrica entre as estações caracterizando a importância de estudos locais que visem subsidiar conhecimentos regionais em hidrologia, principalmente para a precipitação que apresenta alta variabilidade espaço-temporal. A Figura 2 mostra o resultado dos acumulados pluviométricos mensais para cada ano avaliado em cada uma das sete estações de monitoramento analisadas. Para a estação Catavento, verificou-se que os meses mais chuvosos na estação Catavento foram janeiro, março, novembro e dezembro. Na estação Clube XV os mais chuvosos foram janeiro, março e dezembro. Cenário similar foi observado na estação GBM Nova Iguaçu com os meses mais chuvosos sendo janeiro e dezembro. A estação Guadalupe apresentou os meses mais chuvosos janeiro, fevereiro, março e dezembro. Para estação Ponte de Ferro Capivari, os meses mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro. Na estação Raiz da serra os meses mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro. Por fim, na estação Santa Cruz da Serra foi possível observar que os mais chuvosos ocorreram em janeiro, março, novembro e dezembro.

6 Referências Bibliográficas

Campos FBL (2004) Gestão de bacias hidrográficas urbanas – Estudo de caso da Bacia Hidrográfica do rio Iguaçu – Sarapuí – Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado, UFRJ

Castellano MC (2016). Extremos de chuva na região metropolitana de Campinas (SP): impactos, análise socioeconômica e políticas públicas. Tese de Doutorado - Universidade de Campinas

Dereczynski CP, Calado RN, Barros AB (2017) Chuvas extremas no Município do Rio de Janeiro: Histórico a partir do século XIX. Anuário do Instituto de Geociências, v. 40, n. 2, p. 17–30, 2017

EM-DAT (2021) Emergency Events Database. The OFDA/CRED International Disaster Database. Disponível em:<<http://www.em-dat.net/>>. Acesso em 10/01/2021

Instituto Estadual do Ambiente – INEA (2014) Plano Estadual de Recursos Hídricos 2014: Relatório Síntese. Fundação COPPETEC

Pristo MVJ, Dereczynski CP, Souza PD e Menezes WF (2018) Climatologia de chuvas intensas no Município do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Meteorologia, 33(4):615–630

Naghetini M, Pinto JA (2007) Hidrologia estatística. Ed. Belo horizonte: CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – superintendência regional de belo horizonte, 2007.

Tammets T, Jaagus J (2013) Climatology of precipitation extremes in Estonia using the method of moving precipitation totals. Theoretical and Applied climatology 111(3-4): 623-639

Tobin GA, Montz BE (1997) Natural hazards: explanation and integration. New York: The Guilford Press

Vissirini FSB (2018) Redução do Risco de Desastres Hidrológicos: Aperfeiçoamento do Sistema de Alerta na bacia do rio Capivari, RJ. Dissertação de Mestrado, UERJ