

# ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS PRECIPITAÇÕES OCORRIDAS NAS BACIAS DOS RIOS MUNDAÚ E PARAÍBA EM JUNHO DE 2010

*Vanesca Sartorelli Medeiros<sup>1</sup> & Mario Thadeu Leme de Barros<sup>2</sup>*

**RESUMO** – O trabalho apresenta a análise estatística das precipitações relacionadas aos desastres naturais ocorridos em junho de 2010 nas bacias dos rios Mundaú e Paraíba, que banham os Estados de Pernambuco e Alagoas, Nordeste do Brasil. Foram selecionadas oito estações pluviométricas localizadas no estado de Alagoas. A análise dos dados mostra que as chuvas registradas no dia 5 de junho foram elevadíssimas e correspondem às máximas históricas em quatro das oito estações. Nos postos localizados em Atalaia e Rio Largo choveu cerca de 200 mm em 24 horas. As inundações observadas no dia 19 de junho de 2010 foram causadas pela precipitação elevadíssima no período de 17 a 19 de junho, combinada com o evento do dia 5 de junho. O grande número de residências localizadas nas planícies de inundação contribuiu para as perdas. Em maio de 2011, ocorre o segundo evento. Os dados indicam que os meses de abril e maio de 2011 foram chuvosos, entretanto, não há relatos de inundações nos municípios onde as estações estão localizadas. O período de retorno estimado da chuva máxima diária nessas estações foi entre um e oito anos.

**ABSTRACT** – This paper presents a statistical analysis of rainfall related to natural disasters that occurred in June 2010 at Mundaú and Paraíba river basins, bordering the States of Pernambuco and Alagoas, Northeast, Brazil. Eight rainfall stations were selected all located in the State of Alagoas. Analysis of the data shows occurred in June 5<sup>th</sup> 2010 was the maximum observed in four of the eight stations. In in Atalaia and Rio Largo stations were observed 200 mm in 24 hours. The floods observed in June 19<sup>th</sup>, 2010 were triggered by the massive rainfall occurred from June 17<sup>th</sup> to June 19<sup>th</sup>, combined with June 5<sup>th</sup> event. A large numbers of residences located in the flood plans contributed to the losses. In May 2011 occurred the second event in the States. The date indicate that April and May 2011 were rainy, however, don't occurred floods in these stations. The estimated return period of daily maximum rainfall in these stations was between one and eight years.

**Palavras-chave:** desastres naturais, chuvas intensas, inundações.

---

<sup>1</sup> Pesquisador em Geociência, Eng. Hidrólogo, CPRM, Rua Costa, 55, CEP. 01304-010, São Paulo – SP. Fone: 11-37755127 e-mail: vanesca.medeiros@cprm.gov.br

<sup>2</sup> Professor Titular da Escola Politécnica da USP. Av. Prof. Almeida Prado, 83, Trav. 2, Cidade Universitária, CEP. 05508-900, São Paulo – SP. Fone: 11-30915529 e-mail: mtbarros@usp.br

## 1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, inúmeras cidades brasileiras foram atingidas por desastres naturais, principalmente inundações e deslizamentos na região Sudeste, secas e inundações no Nordeste e inundações, deslizamentos e estiagens no Sul. Os desastres naturais provocam danos ambientais, econômicos e sociais, deixam vítimas e cidades inteiras devastadas. Os desastres têm causado impactos negativos cada vez mais intensos, atingindo maior número de pessoas, o que está diretamente relacionado ao aumento da população e do número de pessoas que habitam áreas de risco.

De modo geral, os desastres são causados pela combinação da ocorrência de fenômenos naturais, como chuvas elevadas, com as ações humanas no meio ambiente, como a ocupação de áreas de risco, margens de rios etc.

As intervenções feitas na bacia hidrográfica devido aos processos de urbanização, como a retificação de rios, a impermeabilização do solo etc., diminuem a capacidade de infiltração e o tempo de concentração da bacia, aumentando a velocidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, os picos dos hidrogramas, gerando as inundações.

A construção de obras hidráulicas mal dimensionadas, como pontes em locais inadequados etc. contribuem para o estrangulamento da seção transversal do rio, diminuindo a capacidade de escoamento e aumentando o risco de inundações.

A deficiência ou a falta de sistemas de coleta e disposição dos resíduos sólidos faz com que o material (lixo) depositado sobre a bacia seja arrastado para a calha dos rios em dias de chuvas fortes, causando assoreamento e contribuindo para a ocorrência de inundações.

A ausência de planos diretores municipais e de planejamento do uso e ocupação do solo urbano faz com que a população ocupe áreas de risco, principalmente as margens dos rios e encostas de morros, sujeitas a inundações e deslizamentos. A ausência de mata ciliar diminui a proteção das margens e aumenta o aporte de sedimentos, contribuindo para o assoreamento dos rios e a ocorrência de inundações.

Na região Nordeste, os desastres naturais mais comuns são os de caráter hidrometeorológicos, como estiagens e inundações, estes relacionados a eventos extremos de precipitação. Dentre a combinação dos diversos fatores que causam esses desastres podem ser destacados a ausência ou o excesso de chuva como agente desencadeador das secas ou inundações em locais e comunidades vulneráveis.

Os desastres relacionados ao excesso de precipitação tem sido bastante frequentes, principalmente nos Estados de Pernambuco e Alagoas.

## 1.1 As cheias na região

Nos Estados de Pernambuco e Alagoas, nos anos de 2010, 2011 e 2012, ocorreram inundações que atingiram principalmente populações instaladas nas margens de rios. As inundações tiveram relação direta com as precipitações elevadas diárias e/ou chuvas acumuladas em maiores períodos de tempo. Esses eventos acontecem principalmente nos meses de maio, junho e julho, que correspondem à estação chuvosa da região.

Em junho de 2010, as chuvas que atingiram a região causaram inundações em diversas cidades localizadas nas bacias dos rios Mundaú e Paraíba. Este evento é considerado o mais intenso observado nessas bacias. Segundo dados da SEDEC – Secretaria Nacional da Defesa Civil, 95 municípios foram atingidos. Em Alagoas, quatro municípios decretaram situação de emergência, 15 em estado de calamidade pública. No Estado de Pernambuco, 27 decretaram situação de emergência, 12 em estado de calamidade pública. As inundações deixaram 57 vítimas fatais e mais de 157.000 pessoas desabrigadas ou desalojadas.

Dentre as cidades alagoanas atingidas estão Santana do Mundaú, São José da Laje, União dos Palmares, Branquinha, Murici e Rio Largo, na bacia hidrográfica do Mundaú, e Quebrangulo, Paulo Jacinto, Viçosa, Capela e Atalaia, na bacia do Paraíba.



Figura 1 – Cenário de destruição em Quebrangulo (acima à esquerda) e União dos Palmares (abaixo à esquerda e à direita) - Fonte (Revista Isto é)

Houve muitos relatos sobre as causas das inundações nos meios de comunicação, como jornais e internet, dentre eles o possível rompimento de barragens na bacia. Segundo Fragoso Jr., Pedrosa e Souza (2010), após alguns dias do desastre, foi confirmado o rompimento efetivo da Barragem Nação, localizada no município de Bom Conselho (PE). A porção da cidade localizada a jusante do reservatório não sofreu danos significativos. Fotos de algumas barragens podem ser vistas na Figura 2



Figura 2. Barragem em Bom Conselho (à esquerda) e Barragem em Rio Largo (à direita)

Fonte: Google Earth e Revista Veja

Ocorreram sete grandes inundações nas bacias do Mundaú e Paraíba: 1914, 1941, 1969, 1988, 1989, 2000 e 2010, com destaque para as catástrofes de 1969 tendo em vista o número de mortos, mais de 1.100, segundo Fragoso Jr., Pedrosa e Souza (2010).

Em maio de 2011, novamente os Estados sofrem com as inundações. Na zona da mata pernambucana e na região metropolitana ocorreu o transbordamento de rios como o Una, Capibaribe, Pirangí e Mundaú, atingindo 45 municípios. Apesar de os volumes precipitados serem elevados, segundo o alerta da SEMARH no dia 02 de maio de 2012 os níveis dos rios Mundaú e Paraíba não apresentavam elevações significativas, continuariam estáveis nas estações monitoradas no estado de Alagoas. As chuvas mais intensas atingiram o litoral Norte de Alagoas, os municípios de Jacuípe, Jundiá, Campestre e Novo Lino e o estado de Pernambuco.

## 2 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO

A análise de variáveis hidrológicas que caracterizam eventos extremos é muito importante para entender os processos que influenciam a ocorrência dos desastres.

Diante da importância do tema, o trabalho tem como objetivo analisar estatisticamente as chuvas ocorridas em alguns municípios localizados nas bacias dos rios Mundaú e Paraíba nos anos de 2010 e 2011, contribuir para o entendimento da magnitude desses eventos e dar subsídios aos profissionais que atuam no gerenciamento de desastres na bacia.

### 3 - DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS

A bacia hidrográfica do Mundaú possui área de aproximadamente 4.290 km<sup>2</sup> e tem como rio principal o rio Mundaú, com sua nascente no município de Garanhuns (PE) e sua foz na Lagoa Mundaú (AL). Seu afluente mais importante é o rio Canhoto. Abrange 30 municípios, 15 em Pernambuco e 15 em Alagoas.

A bacia hidrográfica do Paraíba possui como rio principal o Paraíba. Tem sua nascente no município de Saloá, em Pernambuco, na parte superior da bacia, atravessa o estado de Alagoas e deságua na Lagoa Manguaba. Possui área de aproximadamente 3.138 km<sup>2</sup> e drena 8 municípios pernambucanos e 17 alagoanos.

As precipitações médias anuais, calculadas através das séries históricas de oito postos localizados na região, variam de 968 mm em Quebrangulo a 1.661 mm em Marechal Deodoro. O mês mais chuvoso é junho, seguido de julho e maio.

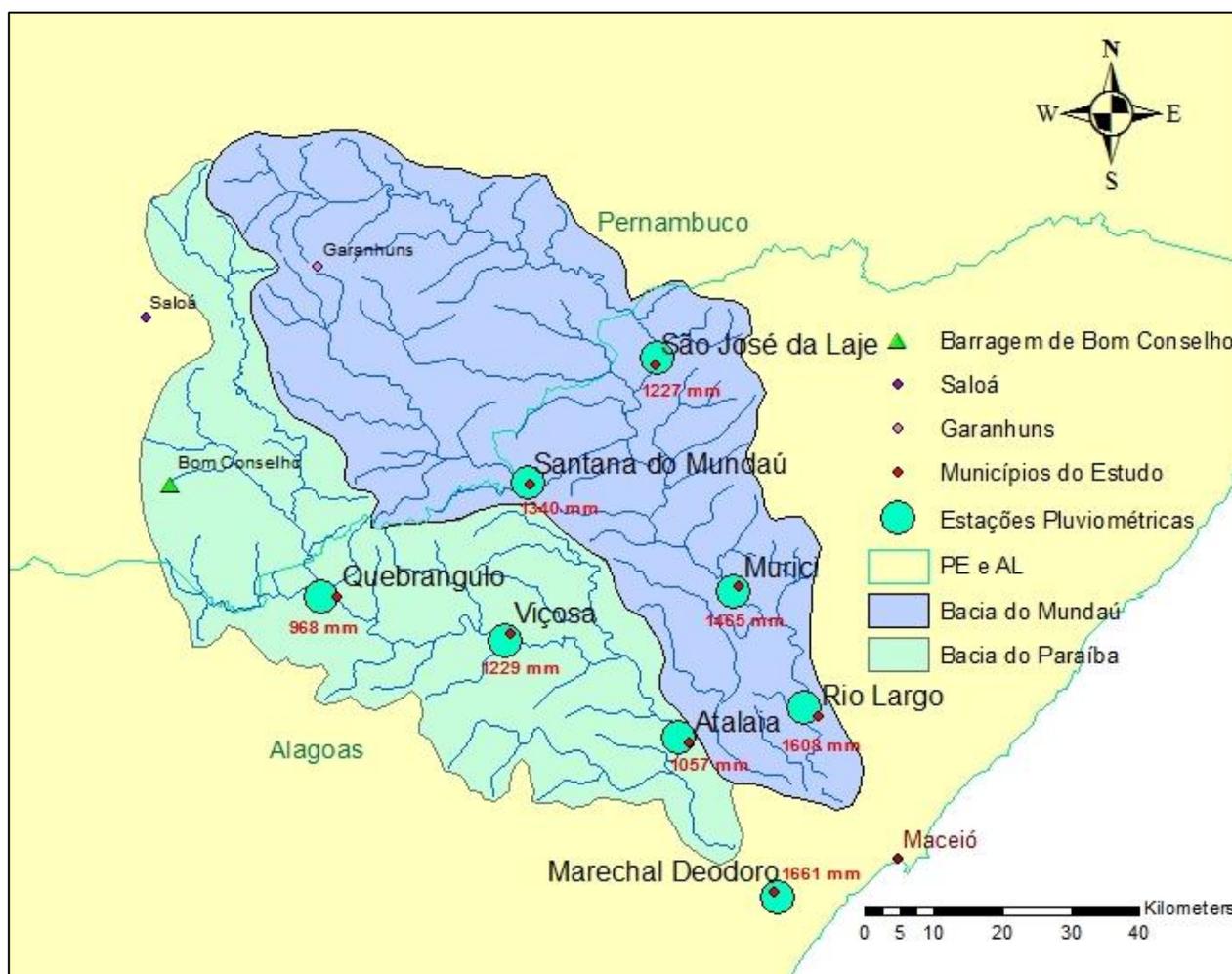


Figura 3 – Área de estudo contendo as bacias hidrográficas, estações pluviométricas utilizadas e precipitações médias anuais

As séries históricas compreenderam os dados diários de precipitação de oito estações operadas pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, localizadas nas bacias dos rios Mundaú e Paraíba, em municípios que sofreram com as inundações de junho de 2010.

Inicialmente foram selecionadas treze estações, mas no momento em que o estudo foi realizado, apenas oito possuíam dados de junho de 2010, mês em que ocorreram as catástrofes. Os dados de chuva foram obtidos na página da ANA – Agência Nacional de Águas, através do Hidroweb. Para confecção do mapa e delimitação das bacias foi utilizado o Programa ArcGis 10 e algumas shapes utilizadas no Atlas Pluviométrico do Brasil, da CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

Tabela 1 – Estações pluviométricas

<b>Código</b>	<b>Estação</b>	<b>Bacia (Sub-bacia)</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Alt. (m)</b>	<b>Município</b>	<b>Dados</b>
<b>935012</b>	Murici - Ponte	39 (Mundaú)	-09:18:49	- 35:56:59	82	Murici	jan/63 a mar/12
<b>935056</b>	Fazenda Boa Fortuna	39 (Mundaú)	-09:28:03	- 35:51:23	42	Rio Largo	ago/89 a fev/12
<b>935057</b>	Marechal Deodoro	39	-09:42:59	- 35:53:30	10	Marechal Deodoro	out/90 a mar/12
<b>936110</b>	Atalaia	39 (Paraíba)	-09:30:26	- 36:01:24	54	Atalaia	ago/89 a mar/12
<b>936111</b>	Viçosa	39 (Paraíba)	-09:22:45	- 36:14:57	300	Viçosa	jan/89 a jan/12
<b>936112</b>	São José da Laje	39 (Mundaú)	-09:00:15	- 36:03:04	268	São José da Laje	out/90 a mar/12
<b>936114</b>	Santana do Mundaú	39 (Mundaú)	-09:10:08	- 36:13:11	220	Santana do Mundaú	out/90 a mar/12
<b>936115</b>	Quebrangulo	39 (Paraíba)	-09:19:13	- 36:29:31	220	Quebrangulo	out/90 a mai/11

Dentre as estações selecionadas, quatro delas estão localizadas na bacia do Mundaú, nos municípios de São José da Laje, Santana do Mundaú, Murici e Rio Largo três na bacia do Paraíba, nas cidades Quebrangulo, Viçosa e Atalaia. A estação Marechal Deodoro, localizada na lagoa Manguaba, também foi utilizada.

#### **4 - RESULTADOS OBTIDOS**

Os volumes mensais precipitados no ano de 2010 foram analisados, principalmente em relação ao total mensal precipitado no mês de junho, quando ocorreu a catástrofe nas bacias do Mundaú e Paraíba, e os meses que antecedem o evento, uma vez que podem indicar o estado antecedente de umidade do solo nessas bacias e ter relação com o processo de formação das cheias.

As chuvas de abril e maio de 2011 foram analisadas, apesar de não haver relatos de ocorrência de inundações nos municípios onde as oito estações estão localizadas.

Os totais mensais precipitados nos anos de 2010 e 2011 foram plotados com as médias mensais de cada estação na Figura 4.

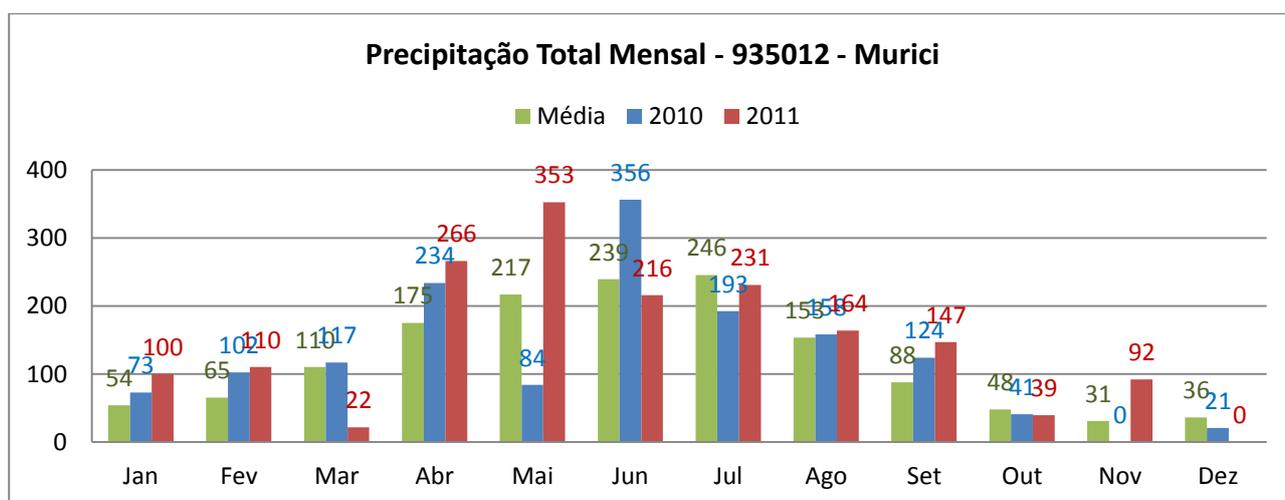
Em seguida foram calculadas algumas estatísticas básicas para avaliar a magnitude dos eventos, dentre elas a precipitação máxima diária no mês em que ocorre o evento (Pmax jun/10) e as precipitações dos meses de abril e maio de 2011 (Pmax abr/11 e Pmax mai/11), o dia da máxima, a precipitação média das máximas diárias anuais (Pmed max), o total mensal nos meses em que os eventos foram observados (Pmensal jun/10, Pmensal abr/11 e Pmensal jun/11), as médias mensais de junho, abril e maio (Pmed mensal) e a precipitação média anual (Pmed anual). Os dados estão na Tabela 2.

Os eventos críticos diários de junho de 2010 e dos meses de abril e maio de 2011 foram analisados graficamente. A distribuição das chuvas diárias e acumuladas mensais em cada uma das estações podem ser observadas na Figura 5.

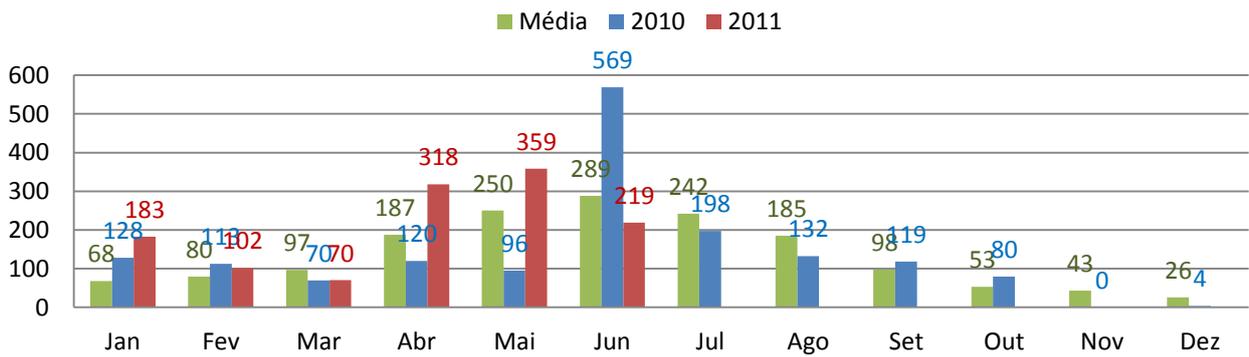
A magnitude das chuvas máximas diárias observadas na bacia pode ser visualizada através do gráfico regional ilustrado na Figura 6, que contém as chuvas máximas de todas as estações calculadas por ano hidrológico.

O resumo das cinco maiores chuvas diárias registradas em cada posto e o ano hidrológico em que ocorreram pode ser visto na Tabela 3.

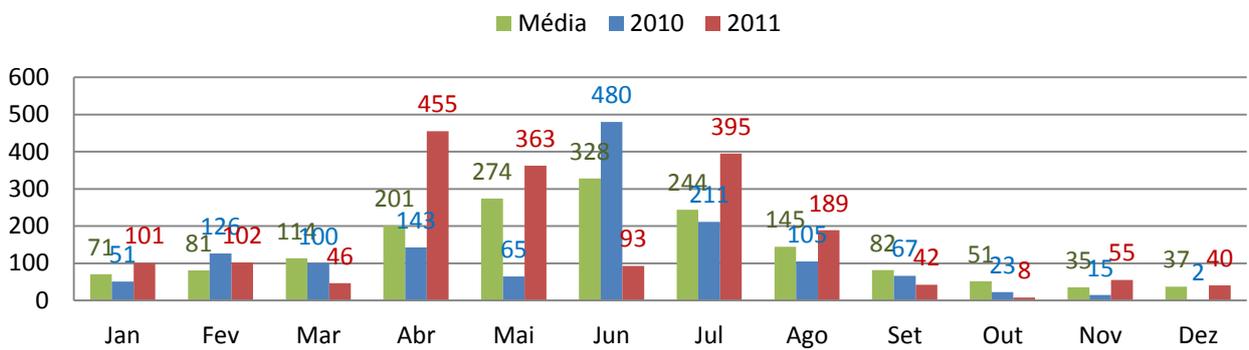
Foram estimados os períodos de retorno das chuvas máximas diárias do evento ocorrido no ano de 2010 através de sua distribuição empírica. O período de retorno foi estimado pelo inverso da probabilidade de ocorrência, esta estimada pela frequência dada pela fórmula de Cunnane.



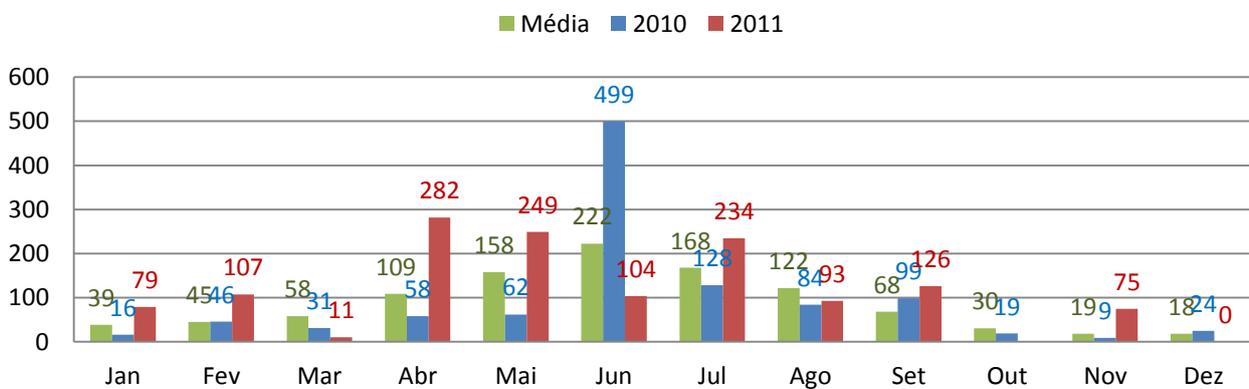
### Precipitação Total Mensal - 935056 - Fazenda Boa Fortuna



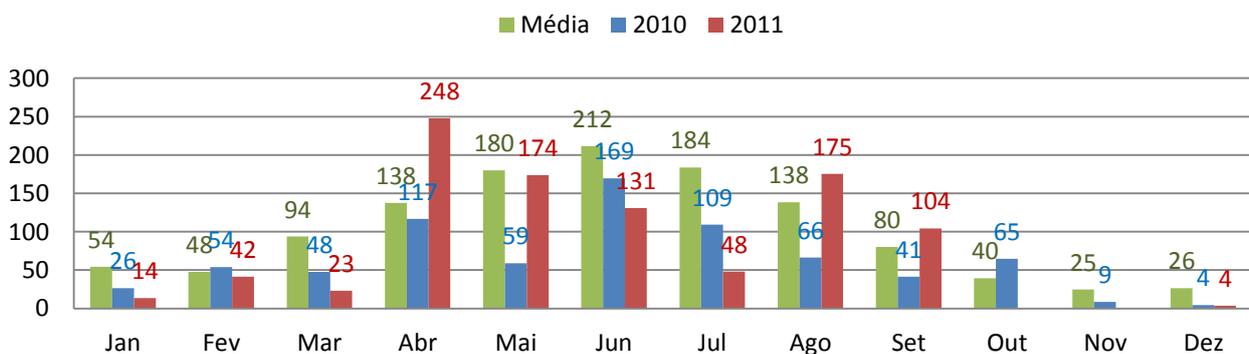
### Precipitação Total Mensal - 935057 - Marechal Deodoro



### Precipitação Total Mensal - 936110 - Atalaia



### Precipitação Total Mensal - 936111 - Viçosa



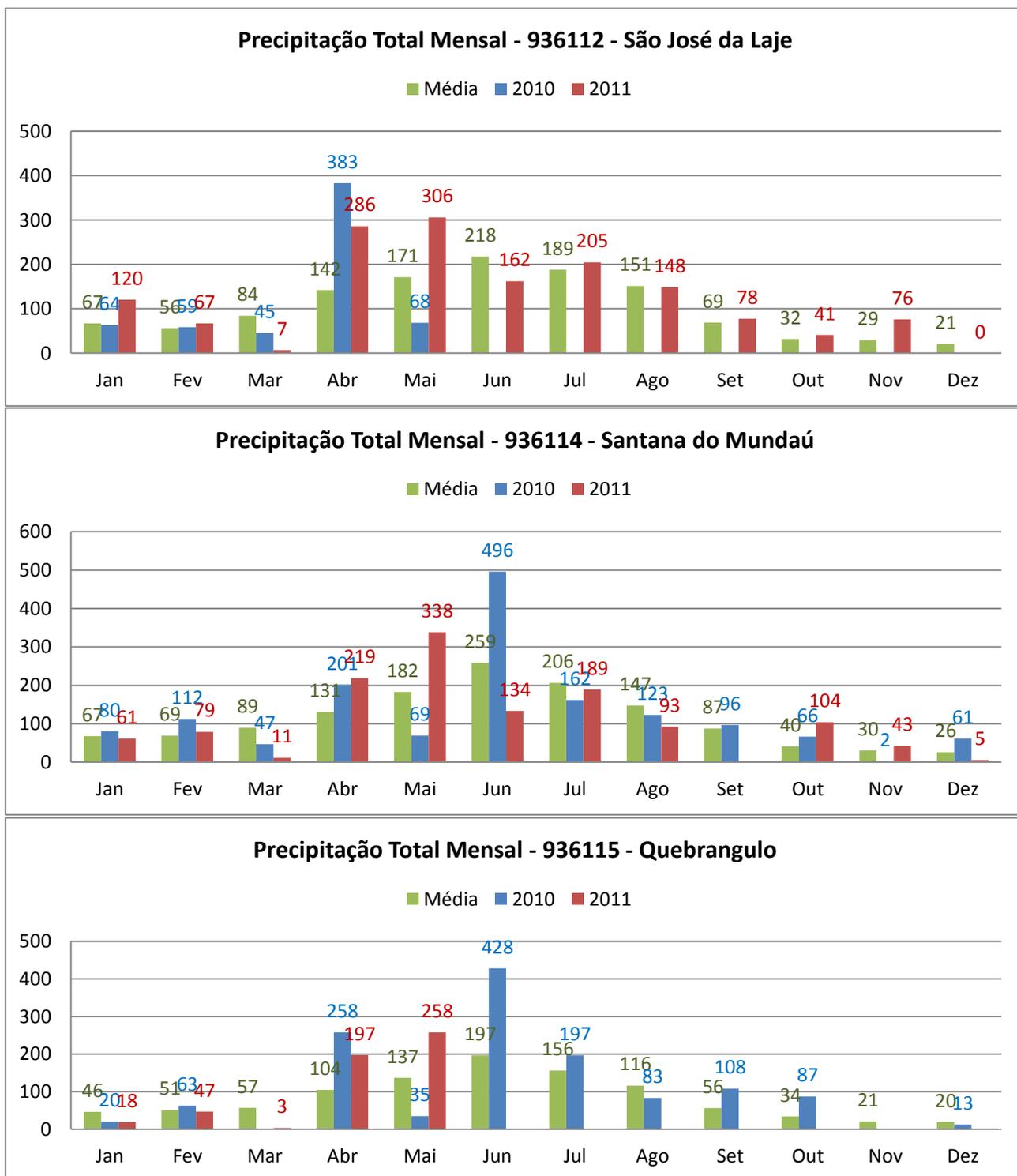


Figura 4 – Totais mensais dos anos 2010 e 2011 e média mensal histórica

Abril de 2010 foi chuvoso em quatro das oito estações. O mês de maio de 2010, que antecede as inundações ocorridas em junho, foi pouco chuvoso, com totais mensais abaixo da média em todas as estações. O mês de junho de 2010 foi de chuvas elevadíssimas, com volumes acumulados acima de 400 mm na maioria das estações, chegando a 569 mm na estação Fazenda Boa Fortuna, localizada em Rio Largo. Em São José da Laje (936112) não foi contabilizado o total mensal de

junho de 2010, pois a partir do dia 18 até o dia 13 de dezembro não havia dados diários dessa estação no banco da ANA. A chuva acumulada do dia 1 até o dia 18 de junho foi 338,7mm.

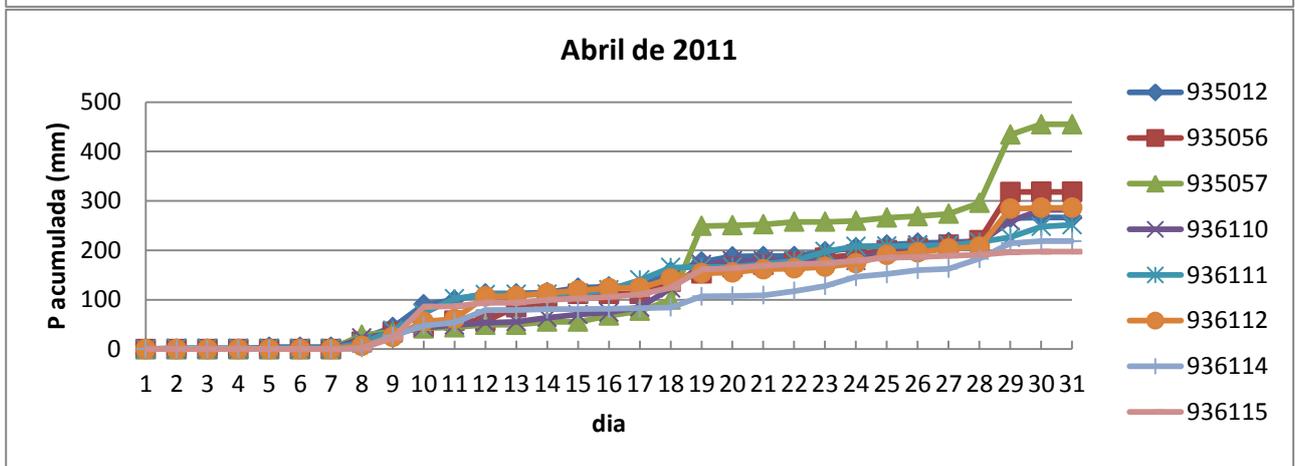
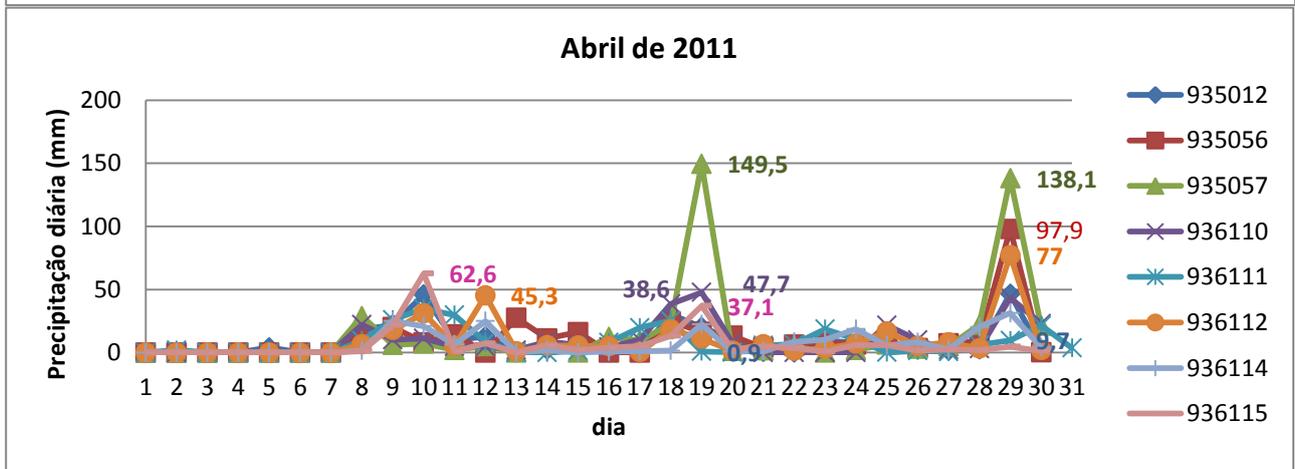
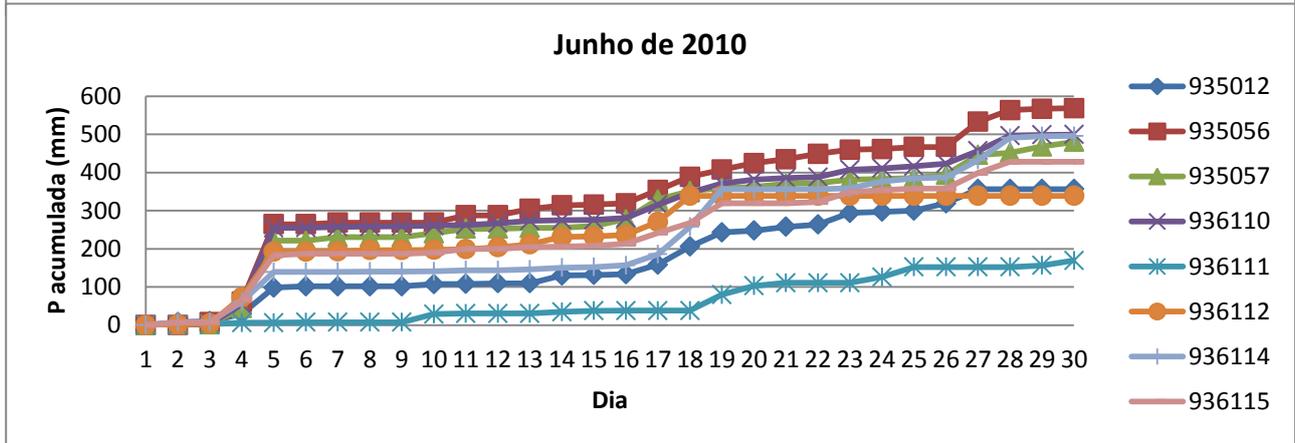
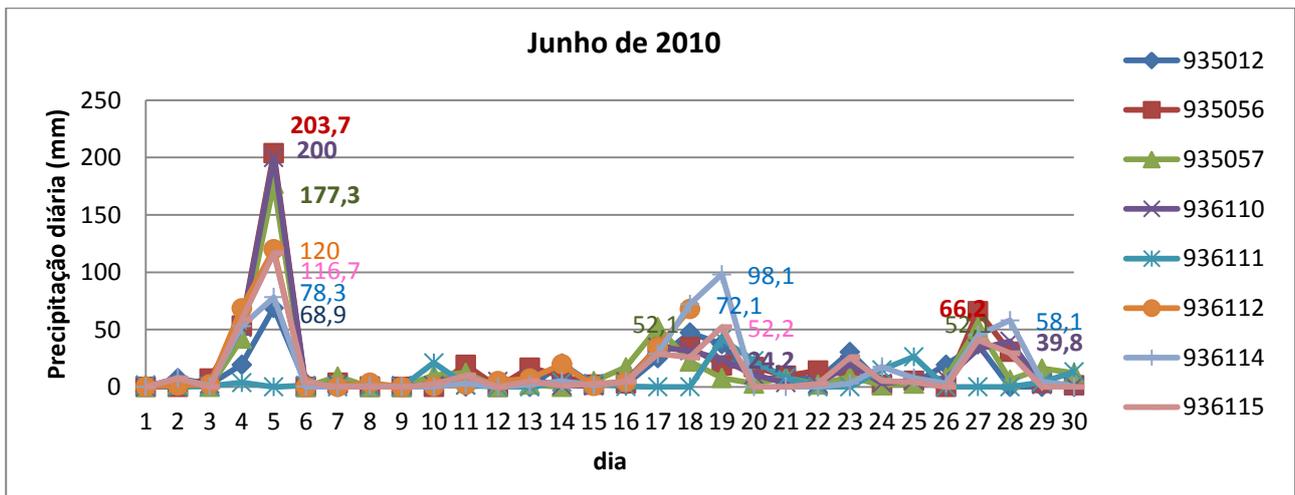
No ano de 2011, o mês de abril foi bastante chuvoso, com total mensal de 455 mm no posto localizado em Marechal Deodoro. Maio também foi chuvoso, com totais mensais maiores que a média em praticamente todas as estações.

Tabela 2 – Chuvas de junho de 2010, abril e maio de 2011, médias das máximas e média mensais e anuais das estações do Vale do Mundaú e Paraíba

Código	Estação	P <sub>max</sub> jun/10	Dia da max	P mensal jun/10	P <sub>max</sub> abr/11	Dia da max	P mensal abr/11	P <sub>max</sub> mai/11	Dia da max	P mensal mai/11	P <sub>med</sub> das max	P <sub>med</sub> mensal jun	P <sub>med</sub> mensal abr	P <sub>med</sub> mensal mai	P <sub>med</sub> anual
935012	Murici - Ponte	68,9	5	356,4	46,6	29	266,4	61,9	25	352,7	77,7	239	175,1	217,2	1465
935056	Fazenda Boa Fortuna	204	5	568,6	97,9	29	318,2	61	25	358,8	101	289	187,4	250,2	1608
935057	Marechal Deodoro	177	5	480,1	149,5	19	455	76,1	25	362,7	105	327,9	201,1	274,3	1.661
936110	Atalaia	200	5	499,3	47,7	19	281,9	64,2	25	249,3	72,3	222,4	108,6	158,1	1057
936111	Viçosa	41,8	19	169,4	34,8	10	247,8	28,6	5	173,9	64,3	211,7	137,6	179,9	1229
936112	São José da Laje	120	5	338,7	77	29	286,1	49,5	5	306	78,9	217,5	142,2	171,2	1227
936114	Santana do Mundaú	98,1	19	495,7	31,4	29	218,5	65,2	5	338	76,7	259	130,7	182,3	1340
936115	Quebrangulo	117	5	428,0	62,6	10	197,2	62,2	5	257,9	63,2	196,5	104,5	136,5	969

As chuvas máximas diárias de junho de 2010 foram maiores que média das máximas na maioria das estações, exceto em Murici e Viçosa. Em Atalaia e Rio Largo choveu cerca de 200 mm no dia 5 de junho. Nessas duas estações choveu em apenas um dia quase o que chove em todo o mês de junho. Em Santana do Mundaú a máxima de 98,1mm foi registrada no dia 19 de junho, dia em que ocorreram as enchentes na bacia.

Em abril e maio de 2011, as chuvas máximas diárias não foram tão elevadas, ficando um pouco acima da média das máximas no mês de abril em algumas estações e ficando abaixo da média das máximas em todas as estações no mês de maio. Mesmo assim, esses dois meses podem ser considerados chuvosos, pois os acumulados mensais foram maiores que a média na maioria das estações.



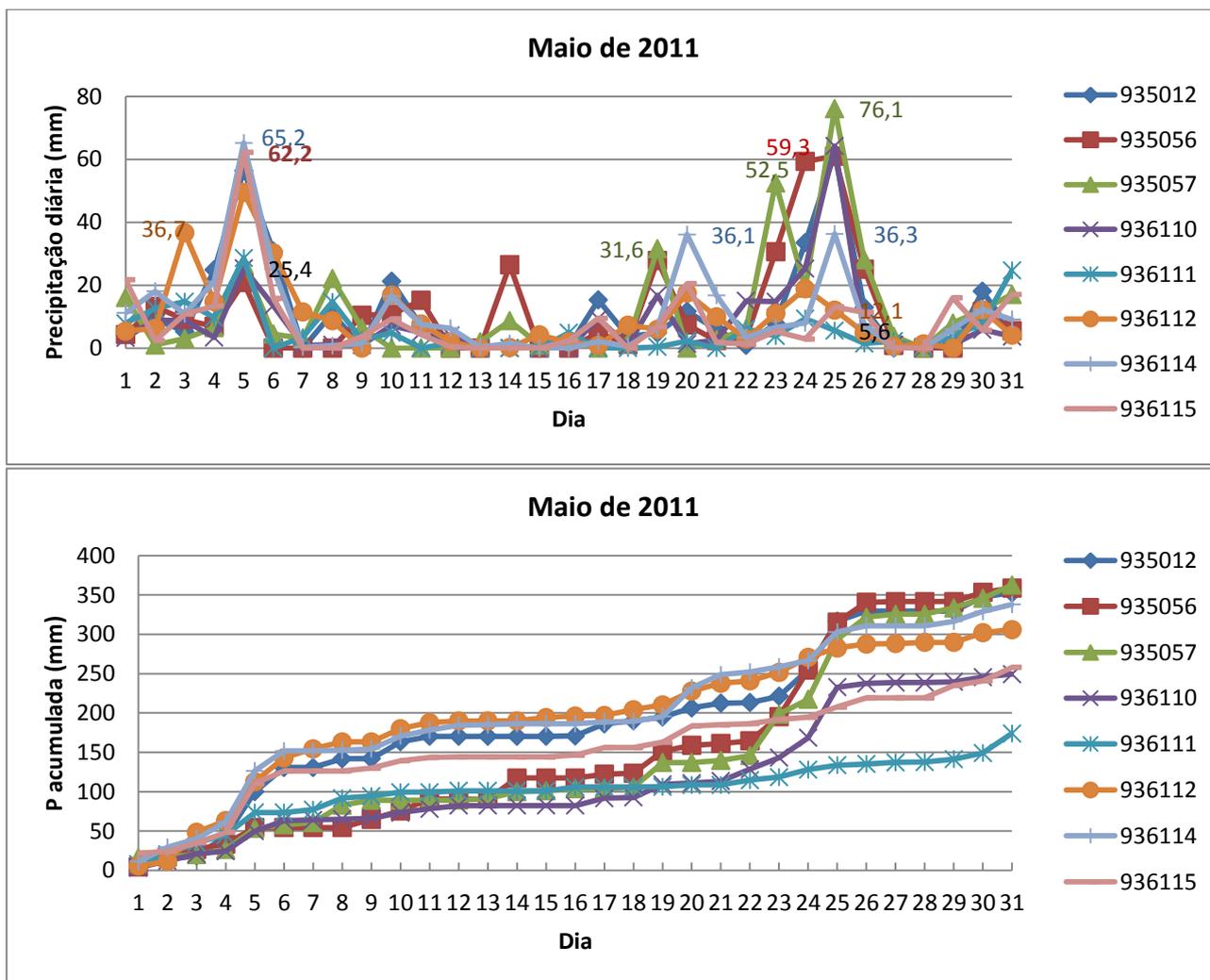


Figura 5 – Precipitação diária e acumulada de junho de 2010 e abril e maio de 2011

Destacam-se os volumes precipitados nos dias 4 e 5 e 17, 18 e 19 de junho de 2010, atingindo valores acima de 200 mm no dia 5 em algumas estações. Em Rio Largo choveu 203,7 mm, seguido de 200 mm em Atalaia, 177,3 mm em Marechal Deodoro, 120 mm em São José da Laje e 117 mm em Quebrangulo. Certamente as chuvas elevadíssimas dos dias 4 e 5, combinados com outros valores acima de 50 mm nos dias 17, 18 e 19 contribuíram para a saturação do solo e para as inundações ocorridas no dia 19 nos municípios estudados. O volume acumulado até o dia 17 atingiu valores acima de 300 mm em algumas estações.

Em abril de 2011, as chuvas elevadas estão concentradas nos dias 10, 19 e 29, com a máxima registrada no dia 19 na estação Marechal Deodoro, 149,5 mm. Este valor pareceu um pouco elevado em relação às demais estações e não pode ser confirmado através do visualizador de boletins da ANA, pois os boletins digitalizados estavam disponíveis somente até o mês de março de 2011. Optou-se por manter o dado. No dia 29 muitos valores elevados foram encontrados: 138,1 mm em Marechal Deodoro, 97,9 mm em Rio Largo e 77 em São José da Laje. Em maio de 2011,

Em maio de 2011 valores elevados são encontrados nos dias 5 e no período de 23, 24 e 25, sendo a máxima de 76,1mm observada no dia 25 em Rio Largo.

Para entender o regime de chuvas na região, foi feito um gráfico regional com as precipitações máximas calculadas por ano hidrológico e os valores das séries históricas de máximas diárias das estações foram plotadas em conjunto, como mostra a Figura 6

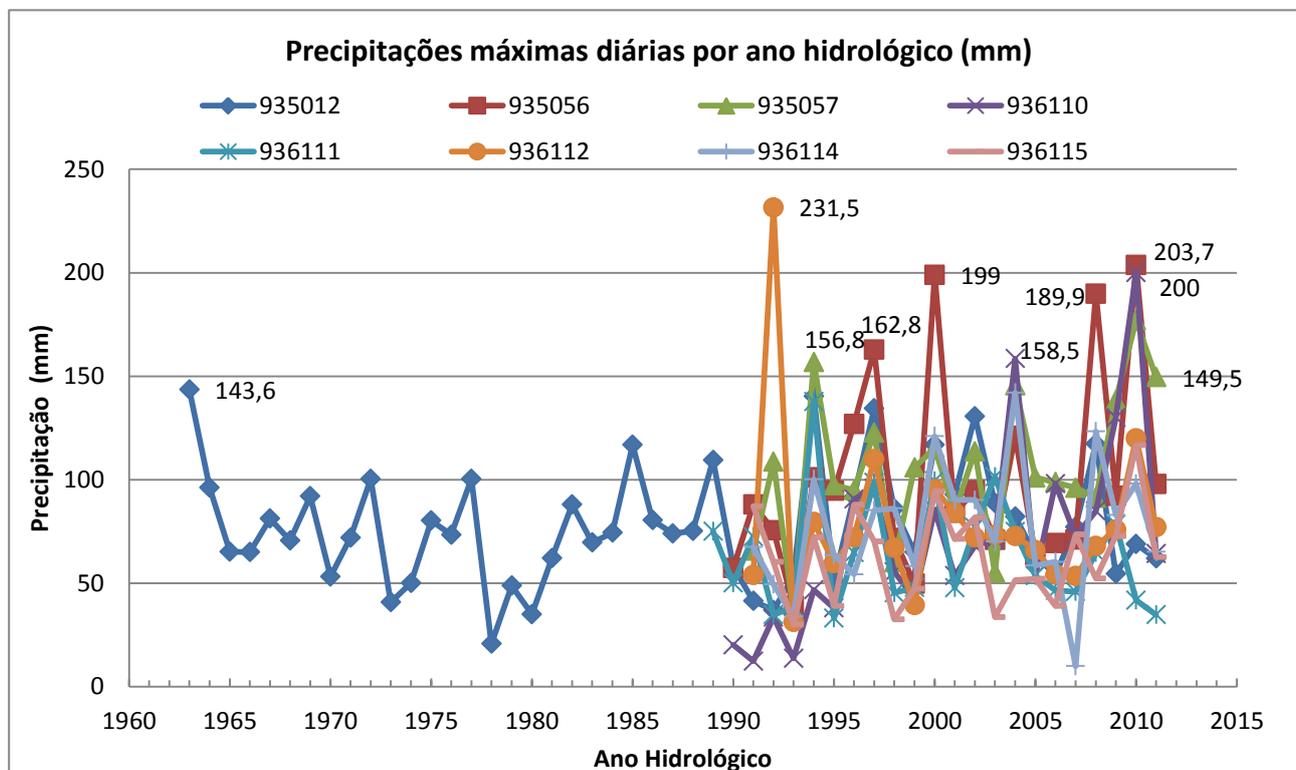


Figura 6 – Precipitações máximas diárias do Vale do Mundaú e Paraíba

A chuva de junho de 2010, de 203,7 mm, coletada na estação Fazenda Boa Fortuna, no município de Rio Largo, foi o segundo maior valor observado desde que se iniciaram as leituras nas estações utilizadas. Em Atalaia também foi registrado um valor elevadíssimo, de 200 mm e em Marechal Deodoro, 177,3 mm. A máxima histórica da região corresponde à precipitação 231,5 mm, no ano 1992, na estação São José da Laje. No ano 2011, foi registrado 149,5 mm em Marechal Deodoro e nos demais postos as chuvas máximas diárias ficaram abaixo de 100 mm.

Apesar do elevado volume precipitado no mês de junho de 2010, outros valores elevados já haviam sido observados em anos anteriores, destacando-se a estação localizada em Rio Largo. Em 1997, foi registrado 162,5 mm nessa estação, 199 mm no ano 2000 e 189,9 mm em 2008. No ano 1994, observou-se 156,8 mm em Marechal Deodoro. Na estação Atalaia choveu 158,5 mm em 2004. Portanto os eventos de 2010, apesar de elevados, são característicos da bacia.

Foi feito um resumo dos cinco maiores eventos dos cinco maiores eventos diários observados em cada uma das estações, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Os cinco maiores eventos diários de precipitação (em mm)

Ano	P max diária						
<b>935012</b>		<b>935056</b>		<b>935057</b>		<b>936110</b>	
1963	143,6	2010	203,7	2010	177,1	2010	200
1994	140,3	2000	199	1994	156,8	2004	158,5
1997	134,4	2008	189,9	2011	149,5	2009	130
2002	130,6	1997	162,8	2004	145,5	2006	98,1
2008	117,4	1996	126,9	2009	138,5	1997	95,8
<b>936111</b>		<b>936112</b>		<b>936114</b>		<b>936115</b>	
1994	137,7	1992	231,5	2004	142	2010	116,7
2003	101,5	2010	120	2008	123,3	2000	94,4
2000	99,5	1997	110	2000	121	1996	87,8
1997	98,7	2000	95,5	1994	100,2	1991	87,1
2009	78,4	2001	84	2010	98,1	2002	81,7

Existe coerência entre os dados das máximas diárias anuais, principalmente nos anos de 1994, 1997, **2000**, 2008 e **2010**.

As grandes cheias de 1914, 1941, 1969, 1988 e 1989 não puderam ser avaliadas através dos dados das máximas diárias, pois em sete estações as leituras começaram a partir de 1989 e 1990, provavelmente devido à necessidade de monitoramento das chuvas e níveis na bacia após as inundações. Na estação Viçosa, as leituras tiveram início em janeiro de 1989, mas os dados de abril e maio desse ano estão em branco, portando a máxima também não pode ser confirmada. Na estação Murici, que possui dados desde 1961, as máximas chuvas não coincidem com as inundações, mas são coerentes com as chuvas das demais estações a partir de 1990.

A cheia de 2000 pode ser confirmada através das elevadas precipitações em cinco das estações analisadas, sendo a segunda máxima em duas delas e as chuvas de 2010 foram as máximas históricas registradas em 4 das 8 estações monitoradas.

Em seguida foram estimados os períodos de retorno das precipitações máximas diárias dos anos de 2010 e 2011 e os resultados estão resumidos na Tabela 4

Tabela 4 – Períodos de Retorno (Tr) das chuvas máximas diárias de 2010 e 2011

Código	Estação	P max 2010	Tr (anos) (Cunanne)	Data	Pmax 2011	Tr (anos) (Cunanne)	Data
<b>935012</b>	Murici - Ponte	68,9	2	05/jun	61,9	1	25/mai
<b>935056</b>	Fazenda Boa Fortuna	<b>203,7</b>	<b>37</b>	05/jun	97,9	3	29/abr
<b>935057</b>	Marechal Deodoro	<b>177,1</b>	<b>35</b>	05/jun	149,5	<b>8</b>	19/abr
<b>936110</b>	Atalaia	<b>200</b>	<b>37</b>	05/jun	64,2	2	25/mai
<b>936111</b>	Viçosa	41,8	1	19/jun	48,8	2	04/ago
<b>936112</b>	São José da Laje	120	13	05/jun	77	3	29/abr
<b>936114</b>	Santana do Mundaú	98,1	5	19/jun	65,2	2	05/mai
<b>936115</b>	Quebrangulo	<b>116,7</b>	<b>35</b>	05/jun	62,6	2	05/mai

Como a maioria das estações possui séries curtas, com leituras a partir de 1990, os períodos de retorno estimados através da série empírica de precipitações máximas diárias, calculadas por ano hidrológico, não são tão elevados.

Os períodos de retorno das chuvas máximas diárias de 2010 variaram de 35 a 37 anos nas estações de Fazenda Boa Fortuna, Marechal Deodoro, Atalaia e Quebrangulo. Em São José da Laje o Tr foi de 13 anos e em Santana do Mundaú 5 anos. Em Murici e Viçosa as chuvas foram de baixa recorrência, sendo igualadas ou superadas em média a cada um ou dois anos.

No ano de 2011, a chuva mais elevada foi a registrada na estação Marechal Deodoro, com período de retorno de 8 anos. Esta chuva foi bem mais elevada que nas demais estações e não pode ser confirmada através do boletim digitalizado, pois este não estava disponível no banco de dados da ANA até a data em que o estudo foi finalizado. Nas demais estações as chuvas diárias ficaram em torno da média das máximas, e são de recorrência comum, sendo igualadas ou superadas em média de um a três anos. Na estação Viçosa, a máxima de 48,8 mm se refere à leitura de 04 de agosto de 2011. As máximas registradas nos meses de abril e maio foram inferiores a este valor.

## **5 - CONCLUSÕES PRELIMINARES**

No ano de 2010, as chuvas máximas diárias observadas no mês de junho foram acima da média na maioria das estações, sendo as máximas registradas em quatro das oito estações analisadas desde que se iniciaram as leituras. Nas estações localizadas em Atalaia e Rio Largo choveu 200 mm e 203,7 mm no dia 5 de junho, valor muito acima da média, que corresponde a 72,3 mm e 101 mm nas duas estações. Acredita-se que a catástrofe de 2010 tenha sido desencadeada pelo elevado volume precipitado no dia 5, combinado com o período chuvoso nos dias 17, 18 e 19 desse mesmo mês, quando ocorreram as inundações. As inundações nessas estações ocorreram no dia 19.

As chuvas diárias elevadíssimas nos meses de junho de 2010, a ocupação das planícies de inundação contribuíram para a catástrofe observada nas bacias do Mundaú e Paraíba.

No ano de 2011 as chuvas foram menos intensas que as de 2010, sendo a máxima registrada na estação Marechal Deodoro, 149,5 mm e Tr de 8 anos. Os volumes acumulados nos meses de abril e maio de 2011 foram elevados, mas não suficientes para causar inundações nesses municípios. Os períodos de retorno estimados para as chuvas máximas diárias nas sete estações do Mundaú e Paraíba são baixos, de 1 a 3 anos.

Apesar de as chuvas de 2010 serem elevadíssimas, outros valores elevados já haviam sido registrados nessas estações, como ilustrado na Figura 6, indicando que esses eventos são característicos da região.

## BIBLIOGRAFIA

ANA – Agência Nacional de Águas – SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/portalsnirh/> Acesso em dezembro de 2011

HIDROWEB – Sistema de Informações Hidrológicas – Dados Hidrológicos – Séries Históricas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/> Acesso em: junho de 2012

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Atlas Pluviométrico do Brasil. Versão 2.0, nov. 2011. CD-ROM

FRAGOSO JR, C. R. ; PEDROSA, V. A. ; SOUZA, V. C. B. Reflexões sobre a Cheia de Junho de 2010 nas Bacias do Rio Mundaú e Paraíba. In: X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2010, Fortaleza, CE. Anais do X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Porto Alegre: ABRH, 2010. v. 1.. CD-ROM.

INUNDAÇÃO: MEGA-DESASTRE EM ALAGOAS PERNAMBUCO. Disponível em: <http://cabana-on.com/Brasil/artigos/artigo28.html> Acesso em: junho de 2012

MEDEIROS, V. S.; BARROS, M. T. L. Chuvas e desastres naturais ocorridos no Vale do Itajaí em 2008 e 2011. In: Congresso Brasileiro sobre Desastres Naturais, 2012, Rio Claro, SP. Anais do Congresso Brasileiro sobre Desastres Naturais. Rio Claro: IG, UNESP, CPRM, 2012. CD-ROM

MEDEIROS, V. S.; BARROS, M. T. L. Análise dos eventos críticos de precipitação ocorridos na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro em 11 e 12 de janeiro de 2011. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19, 2011. Maceió, AL. Anais... Maceió: ABRH, 2011. CD-ROOM.

MEDEIROS, V. S; BARROS, M. T. L. Estudo da variabilidade de chuvas intensas na Região Metropolitana de São Paulo e sua importância para a drenagem urbana. In: WORLD WATER CONGRESS, 14, 2011. Porto de Galinhas, PE. Anais... Porto de Galinhas: IWRA – International Water Resources Association, 2011. CD-ROOM

NAGHETTINI, M., PINTO, E. J. de A. (2007). Hidrologia Estatística. CPRM, 561p.

OLIVEIRA, D. L. ; SOUZA, V. C. B. ; FRAGOSO JR., C. R. Análise das precipitações e níveis do evento de junho de 2010 nas bacias dos rios Mundaú e Paraíba, em Alagoas e Pernambuco. In: XIX

Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre : ABRH, 2011. v. 1. CD-ROM

REVISTA ISTO É. O Haiti é aqui. Disponível em:  
[http://www.istoe.com.br/reportagens/83502\\_O+HAITI+E+AQUI](http://www.istoe.com.br/reportagens/83502_O+HAITI+E+AQUI) Acesso em: Junho de 2012

REVISTA VEJA. A Origem do Tsunami que varreu o Nordeste. Disponível em:  
<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/a-origem-do-tsunami-que-varreu-o-nordeste> Acesso em: Junho de 2012

SEDEC – Secretaria Nacional da Defesa Civil. Novos dados do desastre em Pernambuco e Alagoas são divulgados. 2010. Disponível em: <http://www.defesacivil.gov.br/noticias/noticia.asp?id=5105>  
Acesso em: junho de 2012

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e de Recursos Hídricos. 2011. Fortes chuvas elevam os níveis dos rios em norte de Alagoas. Disponível em:  
<http://www.semarh.al.gov.br/noticias/fortes-chuvas-elevam-nivel-dos-rios-no-norte-de-alagoas>  
Acesso em Junho de 2012

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e de Recursos Hídricos. Sistema de alerta de cheias para as bacias hidrográficas dos rios Mundaú e Paraíba. Disponível em:  
<http://www.semarh.al.gov.br/tempo%20e%20clima/saladealerta/saladealerta.pdf> Acesso em Junho de 2012

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (organizadores). Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 160 p.