

ESTIMATIVA DA PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL PARA A REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA

José Geraldo Ferreira da Silva¹
Eduardo Morgan Uliana²
Carolline Tressmann Cairo³
Hugo Ely dos Anjos Ramos⁴
Pedro Henrique Bonfim Pantoja⁵
Gizella Carneiro Igreja⁶
Roziane Ataydes Freitas⁷

Resumo: As grandes cidades têm crescido praticamente sem nenhum controle ou planejamento, e com este crescimento as inundações têm gerado inúmeros impactos sociais e econômicos. O presente trabalho tem o objetivo de estimar a precipitação mensal e anual para diferentes níveis de probabilidade para a região da grande vitória. Os dados da série histórica foram tabulados em planilha eletrônica e em seguida foi realizada uma análise de consistência dos dados. Na estimativa da precipitação mensal e anual para diferentes níveis de probabilidade utilizou-se a função gama incompleta. Pelos resultados obtidos conclui-se que os maiores valores de precipitação ocorrem entre os meses de outubro a abril e os menores entre os meses de maio e setembro.

Palavras-chave: Precipitação. Probabilidade. Grande Vitória.

Introdução

O progresso da sociedade brasileira, com o constante e desordenado crescimento da população urbana, vem gerando impactos ambientais cada vez mais com elevada magnitude. A expansão dos agrupamentos urbanos promove a ocupação de áreas que apresentam vegetação nativa, sendo que estas são substituídas por construções e áreas impermeáveis. A consequência direta da expansão dessas áreas impermeáveis é o aumento do escoamento superficial direto, gerando, principalmente, alagamentos e inundações (GRAVATAR, 2009).

Além disso, segundo Gravatar (2009), esse crescimento desordenado da população produz impactos significativos na infra-estrutura dos recursos hídricos, afetando, principalmente, a drenagem urbana. Cardoso Neto (2004) explica que no Brasil muitas cidades sofrem com contínuos problemas relacionados à drenagem

¹ DSc. Engenheiro Agrícola, Incaper, Professor FACEVV

² Mestrando Produção Vegetal CCA - UFES

³ Graduanda Engenharia Ambiental, Bolsista FAPES, Incaper

⁴ Bacharel Meteorologia, Incaper

⁵ Bacharel Meteorologia, Bolsista FAPES, Incaper

⁶ MSc. Engenharia Ambiental, IEMA

⁷ Analista de Sistemas, Bolsista CNPq, Incaper

das águas durante o período chuvoso. Estes problemas acarretam elevados prejuízos sócio-econômicos à população local, que além de inundações e alagamentos, promovem a proliferação de doenças por veiculação hídrica, além de colocar em risco a vida das pessoas que habitam áreas de risco ambiental eminente.

Tucci (1995) afirma que as enchentes ou inundações podem ocorrer devido à urbanização ou à inundação natural da várzea ribeirinha, sendo que estas atingem a população que ocupa os leitos dos rios por falta do planejamento do uso do solo.

De acordo com UN (2004), as enchentes provocaram cerca de um terço do prejuízo econômico e foram responsáveis por dois terços das populações afetadas pelos desastres naturais no mundo.

Santis e Mendonça (2000) afirmam que as inundações desorganizam a vida das populações atingidas e promovem considerável deterioração da qualidade de vida, assim como danos materiais, tanto para a sociedade civil como para o poder público, além de acarretar prejuízos irreparáveis como perda de vidas humanas e construções físicas de valor histórico.

A importância dessa problemática está latente no dia-a-dia da população por meio da imprensa e da TV, em que se observa, em diferentes pontos do país, freqüentes cenas de enchentes associadas a danos materiais e, principalmente, a lamentáveis perdas de vida (TUCCI, 1997). Isso pode ser verificado na região da grande vitória, em que vários bairros sofrem com intensos alagamentos, além de prejuízos com a invasão da água nas casas e queda de barrancos.

Segundo Pompêo (2000), em áreas urbanas os fatores que se destacam como possíveis causas das enchentes são as chuvas intensas de longo período de retorno, a própria urbanização e as mudanças no ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas.

A alteração do ciclo hidrológico gerada pela supressão da cobertura vegetal e impermeabilização dos solos, são conseqüências intimamente relacionadas ao processo de ocupação do espaço físico, normalmente efetuado de maneira acelerada e desordenada (CARDOSO, 2008). Segundo Tucci (1997), as alterações que ocorrem no referido ciclo são: Redução da infiltração no solo; Aumento do escoamento superficial pela retenção na superfície do volume de água que deixa de infiltrar; Aumento das vazões máximas dos rios, antecipando seus picos no tempo; Minimização do escoamento subterrâneo pela tendência de redução do nível do

lençol freático; Redução da evapotranspiração devido à substituição da cobertura natural. A superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração das folhagens e do solo.

As cidades dos países em desenvolvimento, particularmente no Brasil, têm crescido praticamente sem nenhum controle ou planejamento, superando a capacidade dos governos locais em fornecer adequada infra-estrutura, habitação e qualidade de vida para todos os habitantes (ASSIS, 2006). A inundação das cidades brasileiras é um processo que gera inúmeros impactos sociais e econômicos devido, principalmente, à falta de planejamento e à adoção de soluções inadequadas pela administração pública (TUCCI, 1999).

Tucci (1997) expõe que em algumas cidades onde a frequência de inundação é elevada, as áreas de risco são ocupadas por sub-habitações, pois representam espaço urbano pertencente ao poder público ou desprezado economicamente pelo poder privado. A defesa civil é, constantemente, chamada para proteger essa parte da população. Nesse caso, o administrador municipal depara-se com a situação de que mesmo ao transferir essa parcela da população para uma região mais segura, outros passam a ocupar aquele mesmo lugar, sendo isso resultado das dificuldades econômicas e das diferenças sociais existentes na sociedade.

Silva (2009) explica que existem municípios no Brasil que em função da ocupação desordenada do solo em áreas não edificáveis, no caso em total desrespeito ao código de obras do local, possuem maior vulnerabilidade correlacionada às enchentes, enxurradas e alagamentos. Além disso, segundo Tucci (2004), o poder público passa a investir uma significativa parte do seu orçamento para proteger essa parcela da cidade que sofre por causa da desordenada ocupação do solo.

Em muitas cidades brasileiras, esse investimento, por parte das ações públicas, está direcionado indevidamente para medidas estruturais com visão pontual. A canalização é uma dessas medidas que têm sido extensamente utilizada para transferir a enchente de um ponto a outro na bacia, sem que sejam avaliados os efeitos a jusante ou os reais benefícios das obras. Assim, é evidente que o prejuízo público é dobrado, já que além de não resolver o problema, os recursos são gastos de maneira errônea (TUCCI, 1997).

O gerenciamento das cidades não incentiva a prevenção desses problemas, uma vez que conforme ocorre a inundação o município declara calamidade pública, recebendo assim recurso a fundo perdido, sendo que para gastar esses recursos não é preciso realizar concorrência pública (TUCCI, 2008).

As inundações são inevitáveis, mas seus danos e prejuízos são passíveis de minimização significativa (COSTA; TEUBER, 2001). Dessa forma, o controle de enchentes precisa ser um processo permanente, não bastando estabelecer regulamentos e construir obras de proteção. É necessário estar atento às potenciais violações da legislação e a expansão da ocupação do solo das áreas de risco (TUCCI, 1997).

Além disso, Chernicharo e Costa (1995) consideram que cabe à administração municipal não somente a execução de obras de drenagem pluvial, mas também um rigoroso controle sobre o uso do solo e sobre os diversos empreendimentos e obras que são realizados no meio urbano, de forma a se combater os possíveis efeitos danosos dessas intervenções sobre o meio ambiente e a população.

O presente trabalho tem o objetivo de estimar a precipitação mensal e anual para diferentes níveis de probabilidade para a região da grande Vitória.

Metodologia

A precipitação mensal e anual para diferentes níveis de probabilidade foi estimada para cinco localidades da região metropolitana da grande Vitória e para duas localidades do entorno da região (Santa Leopoldina, Aracruz). O número de anos da série histórica (N), as localidades, os municípios e as respectivas coordenadas geográficas estão descritas na Tabela 1.

LAT.	LONG.	ALT.	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	N
-19°57'28"	-40°09'16"	32	Aracruz	Santa Cruz	38
-19°56'12"	-40°24'03"	50	Fundão	sede	52
-20°39'07"	-40°30'29"	88	Guarapari	sede	31
-20°06'03"	-40°31'44"	53	Santa Leopoldina	sede	41
-20°24'56"	-40°29'06"	40	Viana	Faz. Jucuruaba	50
-20°30'56"	-40°21'49"	3	Vila Velha	Ponta da Fruta	22
-20°19'12"	-40°19'12"	36	Vitória	sede	33

Tabela 1 - Número de anos da série histórica (N), localidades, municípios e respectivas coordenadas geográficas

A maior parte das séries históricas de precipitação foi obtida por meio de download no site do sistema de informações hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA). A série histórica do município de Vitória foi obtida no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper).

Inicialmente os dados foram tabulados em planilha eletrônica e em seguida foi realizada uma análise de consistência dos dados, excluindo da série, a ser estudada, aqueles dados que se mostraram incoerentes, quando comparados entre si e com pluviômetros próximos ao de referência.

Para estimar a precipitação mensal e anual para diferentes níveis de probabilidade utilizou-se a função gama incompleta, proposta por Thom (1958).

De acordo com Thom (1958) a distribuição gama incompleta é uma distribuição de frequência de dois parâmetros dado pela equação:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}; \beta > 0, \gamma > 0 \quad (1)$$

onde:

x é a variável aleatória;

β é o parâmetro de escala;

γ é o parâmetro de forma;

Γ é a função gama.

A função gama $\Gamma(\gamma)$ é dada pela equação:

$$\Gamma(\gamma) = \int_0^\infty x^{\gamma-1} e^{-x} dx \quad (2)$$

onde:

γ é o parâmetro de forma.

A estimativa dos parâmetros β e γ podem ser obtidos a partir de amostras da população. Os métodos da máxima verossimilhança e o dos momentos são os mais utilizados para fazer a estimativa desses parâmetros. De acordo com Naghettini e Pinto (2007) o método da máxima verossimilhança (MVS) é considerado o método de estimação mais eficiente porque produz os estimadores de menor variância. Sendo assim, na estimativa dos parâmetros γ e β da distribuição gama empregou-se o método da máxima verossimilhança.

Para verificar o ajustamento da distribuição gama incompleta à série de dados foi utilizado o teste de kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de significância.

Todos os cálculos estatísticos foram realizados no software R 2.10.

Após obtenção dos valores de precipitação mensal e anual estimadas para diferentes níveis de probabilidade, foi feita a espacialização destes resultados, utilizando o método do inverso do quadrado das distâncias, que além da simplicidade oferece boas estimativas. As análises estatísticas foram realizadas considerando os níveis de probabilidade de 99, 75, 50, 40, 30, 20, 10, 5, 2, 1 e 0,5%. Com isso elaborou-se tabelas de precipitação mensal e anual estimadas para cada nível probabilístico considerado.

Resultados e discussão

Os quadros com os valores de precipitação mensal e anual mostram que as maiores precipitações do ano ocorrem entre os meses de outubro a abril e as menores entre os meses de maio a setembro. Dentro do período de maior precipitação os meses de novembro e dezembro são os que possuem maior precipitação. Em níveis de probabilidade menores além de novembro e dezembro, janeiro também possui precipitação considerável quando comparados com os outros meses do ano. No período de menor precipitação verifica-se pouca variação nos valores de precipitação mensal.

O Quadro 1 apresenta os valores de precipitação estimados para o nível de 99% de probabilidade. Entre outubro e abril a precipitação varia entre 1 e 61 mm

com mediana igual a 13 mm e no período de maio a setembro varia entre 1 e 11 mm com mediana igual a 3 mm. A precipitação anual varia de 571 a 911 mm, com mediana igual 760 mm.

A precipitação mensal e anual para o nível de 99% de probabilidade possui valores menores que os apresentados no Quadro 1 somente uma vez a cada 100 anos.

Município	Precipitação - Probabilidade 99%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	8	3	8	5	1	1	3	1	3	4	22	18	571
Fundão	13	13	7	16	2	1	3	2	4	14	37	41	869
Guarapari	5	2	1	13	6	2	2	1	11	9	28	26	765
Santa Leopoldina	21	22	17	18	4	2	5	4	5	8	24	61	911
Viana	6	4	9	14	4	1	3	2	5	10	23	44	678
Vila Velha	5	3	9	27	6	1	5	4	4	7	27	33	657
Vitória	12	3	7	9	4	2	3	6	8	10	26	61	760

Quadro 1 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 99% de probabilidade

No Quadro 2 estão os valores de precipitação mensal e anual estimados para o nível de 75% de probabilidade. Para este nível de probabilidade os valores de precipitação do Quadro 5 podem ficar menor somente uma vez a cada 4 anos.

Entre os meses de outubro a abril a precipitação varia de 27 a 160 mm com mediana igual a 64 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação varia de 13 a 52 mm com mediana igual a 27 mm. A precipitação anual varia de 987 a 1358 mm com mediana igual 1083 mm.

Município	Precipitação - Probabilidade 75%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	63	37	59	39	25	19	27	13	28	46	99	96	987
Fundão	94	70	68	60	26	20	29	22	37	73	141	144	1311
Guarapari	55	27	32	53	41	22	27	18	52	57	104	102	1078
Santa Leopoldina	112	85	94	63	35	22	34	26	40	57	121	160	1358
Viana	64	39	64	57	31	19	25	20	36	58	101	134	1083
Vila Velha	43	27	53	88	38	21	29	26	30	54	95	114	1007
Vitória	74	35	52	56	30	21	28	32	40	62	116	153	1144

Quadro 2 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 75% de probabilidade

No Quadro 3 estão os valores de precipitação mensal e anual estimados para o nível de 50% de probabilidade. A precipitação pode apresentar valores menores que os apresentados no Quadro 8 somente uma vez a cada 2 anos.

A precipitação entre os meses de outubro e abril varia de 53 a 221 mm com mediana igual a 117 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação varia de 29 a 84 mm com mediana igual a 52 mm. A precipitação anual varia de 1181 a 1577 mm com mediana igual a 1287 mm.

Município	Precipitação - Probabilidade 50%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	117	74	106	70	58	42	51	29	52	89	158	160	1204
Fundão	168	116	130	93	53	41	54	42	67	120	217	217	1529
Guarapari	112	56	75	82	74	44	53	37	84	99	158	157	1227
Santa Leopoldina	188	130	158	95	64	45	59	47	74	104	198	221	1577
Viana	123	77	117	88	57	41	46	39	65	99	161	194	1287
Vila Velha	80	53	90	128	66	45	50	46	56	98	143	170	1181
Vitória	128	69	95	97	54	42	53	52	66	108	185	208	1333

Quadro 3 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 50% de probabilidade

No Quadro 4 estão apresentados os valores de precipitação mensal e anual estimados para o nível de 40% de probabilidade. A precipitação pode ser maior ou igual aos valores apresentados no Quadro 9 uma vez a cada 2,5 anos.

Entre os meses de outubro e abril a precipitação varia entre 66 e 252 mm com mediana igual a 142 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação varia entre 37 e 98 mm com mediana igual a 65 mm. A precipitação anual varia entre 1251 e 1665 mm com mediana igual a 1370 mm.

Município	Precipitação - Probabilidade 40%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	144	93	128	86	76	54	62	37	65	111	185	190	1294
Fundão	204	137	161	108	67	53	67	52	82	142	252	250	1617
Guarapari	140	70	99	96	90	56	66	46	98	118	182	182	1286
Santa Leopoldina	223	150	189	109	78	57	71	57	91	126	234	248	1665
Viana	153	97	142	102	70	52	57	48	79	118	189	221	1370
Vila Velha	98	66	108	146	80	58	61	56	69	120	164	195	1251
Vitória	154	87	115	117	66	53	65	62	78	130	217	232	1409

Quadro 4 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 40% de probabilidade

No Quadro 5 estão apresentados os valores de precipitação mensal e anual estimados para o nível de 30% de probabilidade. A precipitação para este nível de probabilidade pode ser maior ou igual aos valores apresentados no Quadro 10 uma vez a cada 3,3 anos.

Entre os meses de outubro e abril a precipitação varia entre 82 e 293 mm com mediana igual a 168 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação varia

entre 47 e 116 mm com mediana igual a 80 mm. A precipitação anual varia entre 1329 e 1763 mm com mediana igual a 1463 mm.

Município	Precipitação - Probabilidade 30%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	177	117	156	105	98	69	77	47	80	138	217	225	1394
Fundão	247	163	200	125	85	67	82	64	101	168	293	288	1714
Guarapari	176	88	130	111	109	70	83	58	116	143	210	211	1352
Santa Leopoldina	266	174	226	125	95	72	85	70	112	154	278	279	1763
Viana	190	121	173	118	85	66	70	60	96	141	222	252	1463
Vila Velha	119	82	129	168	96	75	73	68	84	146	189	225	1329
Vitória	186	108	141	140	80	66	80	73	93	156	255	260	1493

Quadro 5 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 30% de probabilidade

No Quadro 6 estão apresentados os valores de precipitação mensal e anual estimados para o nível de 20% de probabilidade. A precipitação para este nível de probabilidade pode ser maior ou igual aos valores apresentados no Quadro 11 uma vez a cada 5 anos.

A precipitação entre os meses de outubro e abril varia entre 104 e 345 mm com mediana igual a 203 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação varia entre 62 e 140 mm com mediana igual a 100 mm. A precipitação anual para este nível de probabilidade varia entre 1424 e 1882 mm com mediana igual a 1577 mm.

Município	Precipitação - Probabilidade 20%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	221	149	192	130	129	90	97	62	100	174	259	273	1518
Fundão	306	197	251	148	110	87	103	81	126	203	345	337	1833
Guarapari	225	113	173	132	136	90	105	75	139	175	247	250	1431
Santa Leopoldina	322	205	275	147	118	93	105	86	140	191	335	318	1882
Viana	240	153	215	140	106	86	87	76	120	172	265	291	1577
Vila Velha	149	104	157	195	117	98	89	84	105	181	221	263	1424
Vitória	228	137	174	171	100	84	100	88	112	191	305	295	1596

Quadro 6 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 20% de probabilidade

No Quadro 7 estão apresentados os valores de precipitação estimados para o nível de 10% de probabilidade. A precipitação para este nível de probabilidade pode ser maior ou igual aos valores apresentados no Quadro 12 uma vez a cada 10 anos.

Entre os meses de outubro e abril a precipitação varia entre 140 e 428 mm com mediana igual a 254 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação

varia entre 86 e 186 mm com mediana igual a 133 mm. A precipitação anual para este nível de probabilidade varia entre 1547 e 2055 mm com mediana igual a 1744.

Município	Precipitação - Probabilidade 10%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	292	203	252	171	183	126	129	86	133	235	326	348	1701
Fundão	400	252	336	183	151	121	137	109	166	258	428	415	2007
Guarapari	306	154	246	164	178	123	142	102	175	226	305	310	1547
Santa Leopoldina	412	254	353	180	156	127	136	113	186	251	425	378	2055
Viana	322	207	282	174	139	120	116	103	158	221	333	352	1744
Vila Velha	197	140	202	237	152	136	115	110	139	238	271	323	1564
Vitória	295	186	229	221	131	115	134	112	143	248	383	349	1746

Quadro 2 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 10% de probabilidade

No Quadro 8 estão apresentados os valores de precipitação para o nível de 5% de probabilidade. A precipitação para este nível de probabilidade pode ser maior ou igual aos valores apresentados no Quadro 13 uma vez a cada 20 anos.

Entre os meses de outubro e abril a precipitação varia entre 175 e 511 mm com mediana igual a 310 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação varia entre 110 e 235 mm com mediana igual 165 mm. A precipitação anual varia entre 1646 e 2206 mm com mediana igual a 1877 mm.

Município	Precipitação - Probabilidade 5%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	362	255	309	211	235	161	160	110	166	294	389	420	1863
Fundão	491	304	418	216	191	153	170	136	205	310	506	487	2158
Guarapari	384	195	319	194	219	155	179	129	210	275	358	366	1646
Santa Leopoldina	498	300	428	212	192	161	166	139	231	309	511	433	2206
Viana	401	260	347	206	171	153	143	128	194	268	397	409	1890
Vila Velha	243	175	244	276	185	174	140	134	172	292	318	378	1686
Vitória	359	232	282	269	161	145	165	135	172	302	457	397	1877

Quadro 8 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 5% de probabilidade

No Quadro 9 estão apresentados os valores de precipitação mensal e anual estimados para o nível de 2% de probabilidade. A precipitação para este nível de probabilidade pode ser maior ou igual aos valores apresentados no Quadro 14 uma vez a cada 50 anos.

Entre os meses de outubro e abril a precipitação varia entre 220 e 619 mm com mediana igual a 382 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação varia entre 141 e 305 mm com mediana igual a 206 mm. A precipitação anual varia entre 1763 e 2384 mm com mediana igual a 2056 mm.

Município	Precipitação - Probabilidade 2%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	450	323	382	261	305	207	201	141	207	370	468	510	2056
Fundão	607	369	524	257	243	196	212	171	255	376	603	576	2337
Guarapari	487	247	415	232	271	197	226	164	253	338	425	436	1763
Santa Leopoldina	606	357	522	250	239	204	204	173	288	383	619	501	2384
Viana	505	328	430	246	213	197	178	162	241	327	477	478	2064
Vila Velha	302	220	299	325	227	223	172	166	214	363	376	446	1830
Vitória	441	293	349	329	200	184	206	163	209	371	550	457	2032

Quadro 9 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 2% de probabilidade

No Quadro 10 estão apresentados os valores de precipitação estimados para o nível de 1% de probabilidade. A precipitação para este nível de probabilidade pode ser maior ou igual aos valores apresentados no Quadro 15 uma vez a cada 100 anos.

Entre os meses de outubro e abril a precipitação varia entre 253 e 699 mm com mediana igual a 436 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação varia entre 164 e 357 mm com mediana igual 237 mm. A precipitação anual varia entre 1844 e 2508 com mediana igual a 2186 mm.

Município	Precipitação - Probabilidade 1%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	516	373	436	299	357	242	231	164	238	426	526	577	2192
Fundão	693	417	603	288	282	228	244	197	293	424	673	641	2462
Guarapari	563	287	488	259	309	228	261	190	284	384	474	488	1844
Santa Leopoldina	685	398	591	279	274	237	233	197	330	438	699	549	2508
Viana	581	379	491	275	243	229	204	186	276	371	536	529	2186
Vila Velha	346	253	339	360	258	260	196	189	245	414	418	496	1930
Vitória	502	339	399	374	228	213	237	184	236	422	618	499	2139

Quadro 3 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 1% de probabilidade

No Quadro 11 estão apresentados os valores de precipitação mensal e anual estimados para o nível de 0,5% de probabilidade. A precipitação para este nível de probabilidade pode ser maior ou igual aos valores apresentados no Quadro 16 uma vez a cada 200 anos.

Entre os meses de outubro e abril a precipitação varia entre 286 e 777 mm com mediana igual a 489 mm. Entre os meses de maio e setembro a precipitação varia entre 188 e 410 mm com mediana igual a 267 mm. A precipitação mensal e anual varia entre 1921 e 2625 mm com mediana igual a 2301 mm.

Município	Precipitação - Probabilidade 0,5%												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	581	424	489	336	410	276	260	188	269	482	583	642	2321
Fundão	777	464	681	317	321	260	275	223	329	471	742	705	2579
Guarapari	639	326	561	286	347	260	296	215	315	429	522	538	1921
Santa Leopoldina	763	439	660	306	308	269	260	221	372	492	776	596	2625
Viana	657	429	552	303	273	261	230	211	310	414	594	578	2301
Vila Velha	390	287	378	394	289	297	219	212	276	466	459	545	2025
Vitória	561	384	449	418	256	241	267	205	262	472	685	540	2241

Quadro 11 - Precipitação mensal e anual em mm estimada para o nível de 0,5% de probabilidade

Por fim, no Quadro 12 estão apresentados os valores de precipitação média. A precipitação média entre os meses de outubro e abril varia entre 67 e 243 mm com mediana igual a 140 mm. Entre maio e setembro a precipitação média varia entre 39 e 96 mm com mediana igual a 65 mm. A precipitação média anual varia entre 1202 e 1602 mm com mediana igual a 1314 mm.

Município	Precipitação Média												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Aracruz	144	96	128	86	81	57	63	39	65	113	180	186	1237
Fundão	203	135	164	104	70	55	67	53	83	138	243	240	1554
Guarapari	144	72	107	92	89	57	68	48	96	117	175	176	1241
Santa Leopoldina	219	145	186	105	78	58	70	57	92	126	229	237	1602
Viana	156	99	142	98	70	55	57	49	79	116	183	211	1314
Vila Velha	98	67	106	140	79	62	60	56	69	119	158	188	1202
Vitória	153	88	115	115	66	54	66	60	76	128	211	222	1354

Quadro 12 - Valores de precipitação média mensal e anual para os locais de estudo

Conclusão

O período de maior precipitação pluviométrica na região metropolitana da Grande Vitória tem início em outubro e se prolonga até abril, sendo que em novembro, dezembro e janeiro ocorrem as maiores precipitações mensais do ano. Além disso, nota-se que as menores precipitações ocorrem entre os meses de maio a setembro.

Abstract: The great cities have grown almost without any control or planning, and with this growth the floods have generated numerous social and economic impacts. This study aims to estimate the

monthly and annual precipitation for different probability levels for the region's big win. The data series were tabulated in a spreadsheet and then an analysis was performed of data consistency. In the estimation of monthly and annual precipitation for different levels of probability, we used the incomplete gamma function. From the obtained results it was concluded that the highest rainfall occurring between the months October to April and the lowest between the months of May and September.

Keywords: Precipitation. Probability. Grande Vitória.

Referências:

- ASSIS, Eleonora Sad de. **Aplicações da climatologia urbana no planejamento da cidade**: revisão dos estudos brasileiros. Revista de Urbanismo e Arquitetura, vol. 7, nº 1. 2006. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/rua/article/viewArticle/3149>>. Citado em: 10 jun. 2011.
- CARDOSO, Adriana Sales. **Desenvolvimento de metodologia para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água em áreas urbanas**. Programa de pós-graduação em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.
- CARDOSO NETO, A. **Introdução à drenagem urbana**. Disponível em: <http://www.labdren.ufsc.br/drenagem_novo/textos_novo.php>. Acesso em: 08 jun. de 2011.
- CHERNICHARO, C. A. de L.; COSTA, A. M. L. M. da. Drenagem pluvial. In: BARROS, R. T. de V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. p. 161-179.
- COSTA, H.; TEUBER, W. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro**: uma abordagem geral. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 160p.
- GRAVATAR, Ariosto Santos. **Análise dos problemas das inundações na zona de expansão de Aracaju e suas possíveis soluções**: estudo de caso nos residenciais Costa do Sol e Atalaia Sul. Trabalho Acadêmico Orientado. Departamento de Engenharia Civil. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2009. 58 p.
- POMPÊO, C. A. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 1, jan/mar 2000, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p. 15-24.
- SANTIS, Dirce Grandó Díaz; MENDONÇA, Francisco de Assis. **Impactos de inundações em áreas urbanas**: o caso de Francisco Beltrão/PR. Raega - O Espaço Geográfico em Análise, v. 4. 2000. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Procesosambientales/Hidrologia/07.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- SILVA, João Paulo Rodrigues Pacheco da. **Inundações**: vulnerabilidade social e ambiental, uma análise do risco através da percepção e educação ambiental. In: IV CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DA AUGM. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP): 2009. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A3-047.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2011.
- TUCCI, Carlos. E. M. et al. **Drenagem Urbana**. ABRH / Editora da Universidade / UFRGS. Porto Alegre, 1995.
- _____. **Água no meio urbano**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. Disponível em: <http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resid_solidos/aguanomeio%20urbano.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- _____. **Aspectos institucionais no controle de inundações**. I Seminário de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Brasília, 1999.
- _____. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **Revista Rega**. v. 1. no. 1. p. 59-73. Jan/jun 2004. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd65/CEMTucci.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

_____. **Águas urbanas**. Estud. av. [online]. 2008, vol. 22, n. 63, p. 97-112. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2011.
UN. **Guidelines for reducing flood losses**. UN: Geneva; 83 pp. 2004.

Recebido em: 19/12/2011
Aprovado em: 20/02/2012