

INUNDACIONES, MAREAS Y LA LLUVIA EN LA CIUDAD DE BELÉN, ESTADO DE PARÁ, BRASIL.

Problemas ambientales, cambio climático e gestión de riesgos

Dra. Profa. Odete Cardoso de Oliveira Santos- Rejubilada da Universidade Federal do Pará-
ocos@ufpa.br.

Resúmen

La evolución de la ocupación del suelo urbano en el Estado de Pará se ha producido de forma natural de acuerdo a las necesidades de aquellos que buscan vivienda en los centros urbanos con cierta infraestructura, sin tener en cuenta las reglas del Plan Maestro que existen en algunas ciudades. La ciudad de Belén, como la capital del estado, ha sido el objetivo principal de esta categoría. El propósito de este trabajo es mostrar que las inundaciones que ha estado ocurriendo con mayor frecuencia en la primera Liga de Belén son causados por eventos de lluvia alrededor de 6,0 mm a alcanzar una mayor lámina de agua cuando hay una coincidencia de eventos de lluvia con alta fase de la marea. Se utilizó por hora, informaciones diarias y mensual de precipitaciones de estaciones meteorológicas en los barrios Castanheira y Curió, diciembre 2011 a agosto 2014, las normales climatológicas para 1931-1960 y 1961-1990, los datos y los horarios de la marea. Se clasificaron las precipitaciones eventos para conocer las clases que contribuyeron a las inundaciones, hubo momentos de coincidencia de las precipitaciones con alta fase de marea. Se ha encontrado la mayor altura de la marea es 3,7 m, las cantidades de precipitaciones se concentran principalmente en los rangos de 0,0 mm a 4,9mm y 5,0 a 9,9 mm. Es a partir de la gama de 5,0 a 9,9 mm qué eventos causan inundaciones en las zonas situadas por encima de la altura de 5,0 m desde el nivel del mar es de las áreas normales del sitio urbano de Belén, que están por debajo de 4,5 m, llamado bajo inundable siendo inundada diariamente.

Palabras clave: Ciudad; Las mareas; Plan Maestro; Las lluvias.

RESUMO

A evolução da ocupação do solo urbano no Estado do Pará tem ocorrido de modo natural de acordo com as necessidades daqueles que estejam em busca de moradias em centros urbanos com alguma infraestrutura, desrespeitando as normas do Plano Diretor existente em algumas cidades. A cidade de Belém, como a capital do Estado, tem sido alvo principal dessa busca. A finalidade desse trabalho é mostrar que os alagamentos que vem ocorrendo com mais frequência na 1ª. Léguas de Belém é ocasionada por eventos de chuvas em torno de 6,0mm, os mesmos alcançam maiores lamina de água quando há coincidência dos eventos de chuvas com a fase da preamar. Utilizaram-se informações horárias, diárias e mensais de chuvas das Estações Meteorológicas dos Bairros de Castanheira e Curió de dezembro de 2011 a agosto de 2014, das normais climatológicas de 1931-60 e 1961-90 e dados horários de marés. Classificaram-se os eventos de chuvas para saber as classes que mais contribuíram para as enchentes, observaram-se os horários de coincidência das chuvas com a fase preamar. Verificou-se a maior altura da maré é de 3,7m, os valores de chuvas estão concentrados principalmente nos intervalos de 0,0 a 4,9mm e 5,0mm a 9,9mm. É a partir do intervalo de 5,0 a 9,9mm que os eventos provocam alagamentos em áreas situadas acima de 5,0m da altura do nível do mar, é normal áreas do sítio urbano de Belém, que estão abaixo de 4,5m, denominadas de várzea baixa serem inundadas diariamente.

Palavras Chaves: Cidade; Marés; Plano Diretor; Chuvas.

INTRODUÇÃO

A chuva é o fator climático que determina na região Amazônica ao longo do ano duas estações bem definidas: a chuvosa, de Dezembro a Maio e a menos chuvosa, de Junho a Novembro (NIMER, 1989), as quais interferem nas atividades dos habitantes dessa região.

As chuvas na região Amazônica dependem dos fenômenos meteorológicos de grande, meso e pequena escala. Na Amazônia o fenômeno de grande escala, que mais se destaca no período chuvoso é a Zona de Convergência Intertropical (KOUSKY E MOLION, 1981; NIMER, 1989; SANTOS, 2006), sofrendo influências quando ocorre a fase negativa da Oscilação Sul (El Niño), (MOLION, 1995, SANTOS e FERREIRA, 2008, apud SANTOS e FERREIRA, 2010), quando há

diminuição nos valores pluviométricos nos períodos chuvoso e menos chuvoso. Os fenômenos de meso escalas representados: pelas linhas de instabilidade, (KOUSKY E MOLION, 1981, COHEN, 1989) e Jatos de baixos níveis (COHEN ET al., 2006, SOUSA ET al., 2008), e os de micro escalas correspondentes ao aquecimento local e as circulações locais (SANTOS e FERREIRA, 2010).

Para Santos e Ferreira (2008) apud Santos e Ferreira (2010) nas áreas urbanas as variações espacial e temporal das chuvas são mais sensíveis por causa das características da atmosfera local com maiores concentrações de partículas e disponibilidade de calor sensível com implicações na temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa e circulação local.

A instalação de grandes projetos a partir de 1970, construções de rodovias federais, estradas estaduais e vicinais, contribuíram para o aumento populacional nas cidades capitais, sem nenhuma infraestrutura para tal, como o foi o caso da cidade de Belém, no Município de Belém, capital do Estado do Pará, que em 1970 apresentava uma população de 572.654 habitantes e a partir de 1980, contava com 771.446 habitantes, uma variação relativa de 34,7%, e em 2000 a população atingiu 1.272.354, (IBGE, 2012), apresentando um aumento de 64,43% em relação a 1980.

O Município de Belém localizado entre 1° 10'e 1° 30' de latitude Sul e 48°10'e 48° 30' de longitude Oeste, é constituído por uma parte insular (332,0367 km²) e uma parte continental (173,7864 km²), nessa última, encontra-se a sede Municipal, Belém, a 1° 27'21" de latitude Sul e 48° 30' 16" .

A parte continental do Município de Belém, devido a expansão da área urbana está dividida em 1ª. Légua Patrimonial e 2ª. Légua Patrimonial. A 1ª. Légua Patrimonial é a parte do Município onde iniciou o processo de urbanização. De acordo com o censo de 2010 a população total do município de Belém é de 1.381.475 habitantes (IBGE, 2012), sendo que 686.439 habitantes, vivem na área correspondente a 1ª. Légua Patrimonial.

A concentração da população na 1ª. Légua Patrimonial, da cidade de Belém, contribuiu para concentração de prédios, igarapés canalizados, áreas asfaltadas em detrimento da cobertura vegetal. Segundo Luz *et. al* (2006) apud Rodrigues *et. al* (2007), em 1984 a cobertura vegetal era de 49% , diminuindo para 27% em 2004, e somente 1% da área, atualmente, possui cobertura vegetal com características da Floresta Ombrófila Densa, que correspondem área do Parque Zoológico do Museu Paraense Emilio Göeldi e do Bosque Rodrigues Alves. Esses fatos refletiram nos balanços de radiação e hídrico da área urbana de Belém, aumentando a quantidade e a velocidade do escoamento superficial, para chuvas com intensidades de 5mm/5' (SANTOS E SOUZA, 1986), rapidamente as ruas ficam alagadas, causando grandes transtornos no deslocamento das pessoas e do tráfego, e quando coincidem com a preamar, ocorrem as enchentes, com prejuízos socioeconômicos, principalmente pelos danos materiais e pelas doenças de veiculação hídrica.

Segundo Silva Junior ET al. (2008) os alagamentos ocorrem quando os eventos de chuvas são superiores a 10,0mm coincidindo com a maré alta, e quando a maré esta baixa a altura do evento são de 35,0mm. Para Santos (2010) precipitações abaixo de 20,0mm, no período chuvoso coincidente com a fase de maré alta produzem enchentes.

Objetivo

A finalidade deste trabalho é mostrar que os alagamentos que ocorreram em Dezembro de 2011 a Agosto de 2014, na área da 1ª Légua Patrimonial de Belém, foram alimentados pelos eventos de chuvas em torno de 5,0mm, e desse modo oferecer subsídios aos planejadores municipais no reordenamento de ocupação da cidade de Belém.

METODOLOGIA

Área de Estudo

A cidade de Belém, limita ao sul com o Rio Guamá, a oeste pela baía do Guajará. O relevo da cidade caracterizado por terraços e planícies litorâneas. As altitudes atingem 25m na 2ª. Légua Patrimonial, na 1ª. Légua Patrimonial de 10m até abaixo de 4m. Essas áreas abaixo de 4m sofrem influência das marés diariamente, por isso são chamadas de áreas de baixadas, correspondem a 79,31%, do território da 1ª. Légua Patrimonial.

Na área da 1ª Légua Patrimonial de Belém, situam-se as bacias hidrográficas do: Tamandaré (1,74 km²), Comércio (0,37 km²), Reduto (0,94 km²), Una (36,64 km²) e das Armas (1,80 km²),

as quais deságuam na Baía do Guajará; e Tucunduba (10,55km²), Estrada Nova (9,64 km²), que deságuam no Rio Guamá, Figura 2.

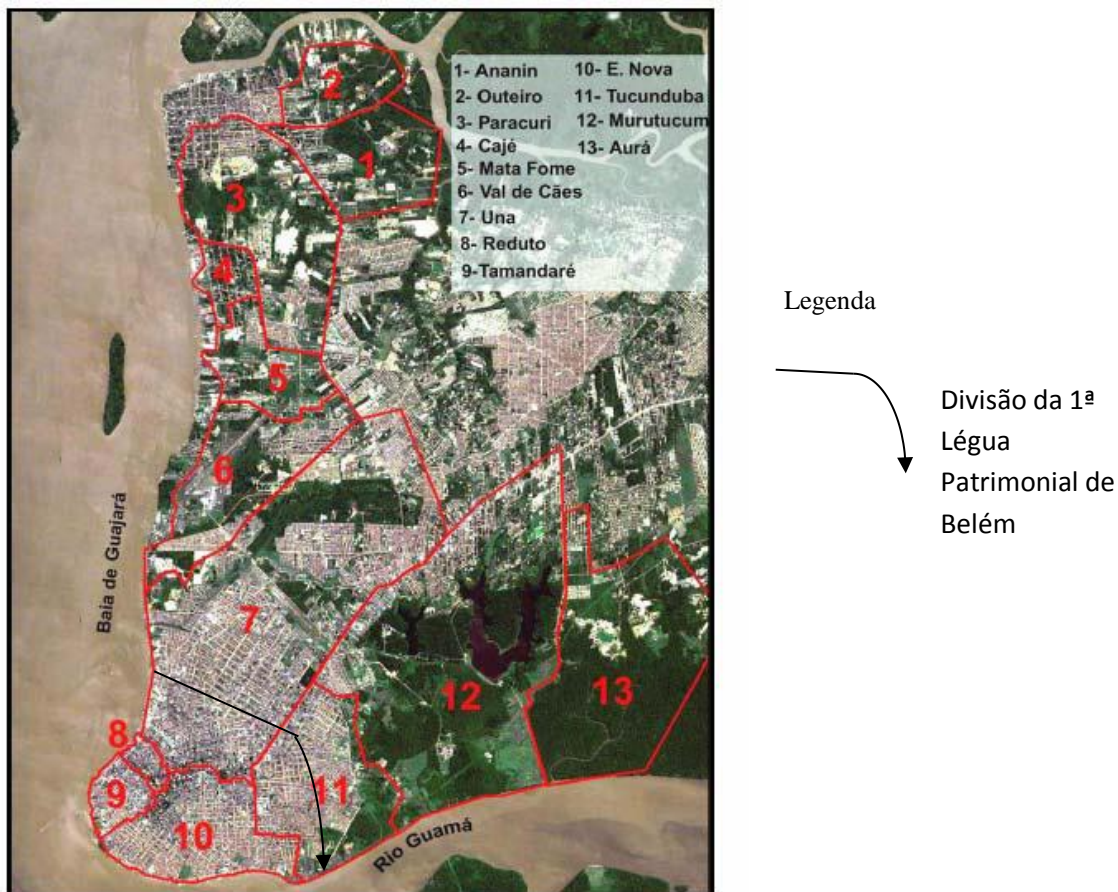


Figura 02- Localização das bacias Hidrográficas na área da 1ª. Léguas Patrimonial da Cidade de Belém: 7-UNA; 11- Tucunduba; 10 – Estrada Nova; 9 – Tamandaré; 8- Reduto. Fonte: SEGEP (2000 apud Silva, 2003) p. 52.

Por causa da expansão urbana de Belém e para melhorar a administração do Município, a Lei Orgânica do Município de 30 de Março de 1990 e a Lei Municipal 7.603 de 13 de Janeiro que dispõe sobre o Plano Diretor dividiram o Município em oito distritos administrativos. A área da 1ª. Léguas Patrimonial compreende: o Distrito Administrativo de Belém, que apresenta a melhor infraestrutura; e parte dos Distritos Administrativos do Guamá e Sacramento, (CODEM, 1993). De acordo com o censo de 2010, na área da 1ª. Léguas está concentrada 50,31% da população do Município.

Materiais e técnicas.

Para desenvolver esse trabalho fez-se o levantamento bibliográfico, utilizaram-se as normais Climatológicas de 1930-1960 e de 1961-1990, dados mensais, diários e horários de chuvas, do período chuvoso, correspondente aos meses de Dezembro de 2011 a Agosto de 2014, das Estações meteorológicas: Automática localizada na sede do Ministério de Agricultura, na Av. Alnte. Barroso, no Bairro da Castanheira a 24m de altitude, a $01^{\circ} 24'37''S$ e longitude de $048^{\circ}26'18''W$, na 2ª. Léguas Patrimonial (EMA) e a Convencional (EMC), a 10m de altitude localizada, na Estrada do Centro de Abastecimento Sociedade Anônima - CEASA, no Bairro do Curió, latitude $01^{\circ} 26'00''S$ e longitude de $048^{\circ}26'00''W$, na divisa da 1ª. e 2ª. Léguas Patrimoniais. Recorreram-se aos dados do horário e amplitude das marés de Dezembro de 2011 a Agosto de 2014, obtidos no site [HTTP://ondas.cptec.inpe.br](http://ondas.cptec.inpe.br), no link Tábua de Maré, importantes para comparar com o horário do início e final das chuvas.

Calcularam-se as médias pluviométricas para o período em estudo baseando-se nos valores observados nas duas Estações, através do desvio padrão determinaram-se as variações dos valores médios mensais entre as duas estações meteorológicas e comparações com os valores das normais climatológicas. O mesmo método utilizou-se para determinar os desvios entre as alturas máximas diárias das chuvas das duas estações já mencionadas em relação alturas máximas das normais climatológicas. Os resultados apresentados em forma de tabelas.

Baseando-se nos valores pluviométricos diários, selecionou-se o intervalo de classe de 4,9mm, obtiveram-se 11 classes para EMA e 26 classes para EMC, determinando a frequência dos eventos de chuvas por classes, desse modo obter a faixa de eventos de chuvas que mais contribuiriam para as enchentes nos período chuvoso e menos chuvoso. Resultados, também, expostos em tabela.

Determinaram-se as alturas mais frequentes das marés no período de estudo. Analisaram-se o horário e a altura de maré alta que coincidia com o horário da precipitação para poder determinar qual evento de chuva que associado com a preamar contribui para os frequentes alagamentos principalmente no período chuvoso.

RESULTADOS

Ao analisar os dados mensais de chuvas de Dezembro de 2011 a Agosto de 2014, observados nas estações meteorológicas: automática, no Bairro da Castanheira, e da Convencional, no Bairro do Curió, verificou-se que os valores pluviométricos de um modo geral foram superiores aos valores observados no período de 1930-1960 e 1961-1990 (INMET 1970,2009), principalmente no período chuvoso, Tabelas 01e 02.

Nota-se que desse período o mês de abril de 2014 foi que apresentou o maior valor pluviométrico, com desvios de 32,67% em relação ao mês de abril da Normal Climatológica de 1930-60 e de 36,53 % a Normal Climatológica de 1960-90; os meses de outubro e novembro de 2012 estiveram mais secos em relação aos valores das Normais Climatológicas.

Observa-se que o mês de abril de 2014 foi que apresentou o maior valor pluviométrico, com desvios de 32,67% em relação ao mês de abril da Normal Climatológica de 1930-60 e de 36,53 % da Normal Climatológica de 1960-90; os meses de outubro e novembro de 2012, estiveram mais secos em relação aos meses de outubro e novembro das Normais Climatológicas de 1930-60 e 1960-90 em 105,91%, 128,54%, 53,57% e 90,14%, respectivamente e o mês de agosto de 2014 também, em 38,0% e 55,70% em relação as Normais de 1930-60 e 1960-90.

Na EMC os valores mensais de chuvas também estiveram de modo geral superiores aos das Normais Climatológicas, o mês de março de 2013 apresentou variações superiores da ordem de

41,24% e 41,25% , os meses mais secos foram: outubro de 2012 e 2013, com desvios em relação as Normais de 1930-60 e 1960-90 de 136,12% e 162,08%; e agosto de 2014 com uma variação de 37,03% e 54,60%.

Tabela 01- Valores pluviométricos mensais e médios em **mm** de Dezembro 2011 a Agosto de 2014, da EMA e Normais Climatológicas de 1930-60 e 1960-90. Elaborada por SANTOS, O.C.de O.

Anos	Meses											
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
2011	235,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	279,6	426,0	316,2	535,2	322,2	213,0	313,4	246,4	119,6	186,6	50,8	58,8
2013	282,4	377,6	390,4	461,6	360,8	294,2	104,8	185,6	154,8	117,0	102,0	194,2
2014	-	355,4	444,4	364,4	567,2	355,4	253,6	153,4	84,2	-	-	-
Med.	265,9	386,3	383,7	453,7	420,1	287,5	223,9	195,1	119,5	151,8	76,4	126,5
Norm. de 30-60	197,3	318,1	407,1	436,3	381,9	264,5	164,7	160,9	116,2	119,7	104,6	90,3
Norm. de 60-90.	216,4	366,5	417,5	436,2	360,0	304,4	140,2	152,1	131,1	140,8	116,1	111,8

Fonte: Dados mensais de chuva fornecidos pelo 2º. Distrito de Meteorologia, 2º. DISME/INMET.

Tabela 02- Valores pluviométricos mensais e médios em **mm** do período de Dezembro de 2011 a Agosto de 2014, da Estação Meteorológica Convencional (EMC), Normais Climatológicas de 1930-60 e 1960-90 e desvios entre as estações: Automática Castanheira (EMA) e Convencional Curió (EMC). Elaborada por SANTOS, O.C.de O.

Anos	Meses											
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
2011	201,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	279,6	451,2	411,9	532,3	527,0	225,1	320,0	313,2	112,2	190,7	44,3	103,0
2013	282,4	372,7	612,5	742,5	382,8	409,6	150,5	220,8	245,5	110,0	83,9	210,7
2014	-	406,9	602,9	562,7	561,2	333,9	287,0	242,8	84,8	-	-	-
Med.	253,6	409,9	542,1	612,5	490,3	322,9	252,5	258,9	147,5	153,5	64,1	156,9
Norm. de 30-60	197,3	318,1	407,1	436,3	381,9	264,5	164,7	160,9	116,2	119,7	104,6	90,3
Norm. de 60-90.	216,4	366,5	417,5	436,2	360,0	304,4	140,2	152,1	131,1	140,8	116,1	111,8
Desvios entre EAC e ECC (%)	4,63	6,11	41,28	35,0	16,71	12,31	12,77	32,70	23,43	1,12	16,10	19,38

Fonte: Dados mensais de chuva fornecidos pelo 2º. Distrito de Meteorologia, 2º. DISME/INMET

De acordo com as comparações dos valores médios pluviométricos mensais calculados para as duas Estações verificaram-se diferenças, cujos desvios variaram de 4,63% a 41,28. Maiores desvios ocorreram nos meses de fevereiro e março, os mais chuvosos do período. É importante dar-se valor a essas variações entre os bairros, porque quando se desenvolvem estudos, visando obras de drenagem com construções de galerias pluviais, não há preocupações com as mesmas, baseando-se apenas nos dados de uma determinada estação meteorológica, muitas vezes distantes do bairro onde serão executadas as obras. De acordo com Santos e Souza (1986), a variação nos valores pluviométricos entre bairros a curtas distancia, em Belém, ocorre por causa da presença da brisa

fluvial, aquecimento local da atmosfera, da disponibilidade de vapor de água e da quantidade de concentração de poluentes.

Apesar dos valores pluviométricos mensais, observados nas Estações, terem sido superiores aos que constam nas normais climatológicas, notou-se que as alturas máximas diárias, do período em estudo, estiveram abaixo daquelas que constam nas normais, Tabela 03 e 04. Verificou-se que a pluviometria máxima diária ocorreu no mês de Fevereiro de 2013, precipitando 106,4mm, na EMA, menor que os valores mencionados nas normais de 31/60 e 61/90, com desvios de 11,09% e 10,34%, na EMC 161,2mm, atingindo desvios da ordem de 26,67% e 27,17%. Todavia, os pontos de alagamentos aumentaram e as enchentes foram mais constantes. Crê-se que isso foi ocasionado pelo aumento das áreas impermeabilizadas e a escassa cobertura vegetal, que contribuíram para o aumento no escoamento superficial, cuja drenagem pluvial inadequada não suportou a velocidade de vazão desse escoamento.

Tabela 03 – Precipitação Máxima Diária (mm) de Dezembro de 2011 a Agosto de 2014 na Estação Meteorológica Automática, desvios dos valores máximos diários precipitáveis em relação as normais climatológicas de 1931- 60 e 1961-90. Elaborada por SANTOS, O. C. de O. (2015).

Mês /Ano	mm	Normal 30-60(A)	Normal 60-90(B)	Desvio % (A)	Desvio % (B)	Mês /Ano	mm	Desvio % (A)	Desvio % (B)	Mês /Ano	mm	Desvio % (A)	Desvio % (B)
Dez /11	59,2	84,6	121,4	42,91	105,07	Dez /12	44,2	91,40	174,66	Dez/13			
Jan/12	62,4	78,2	118,2	25,38	89,42	Jan/13	66,2	18,13	78,55	Jan/14	52,4	49,24	125,19
Fev/12	37,0	118,2	117,4	219,46	217,30	Fev/13	106,4	11,09	10,34	Fev/14	63,2	87,03	85,76
Mar/12	51,8	102,1	136,9	97,10	164,29	Mar/13	53,2	91,92	157,33	Mar/14	38,0	168,68	260,26
Abr /12	41,4	101,1	112,8	144,20	172,46	Abr/13	46,0	119,78	145,22	Abr/14	52,6	92,21	114,45
Mai/12	25,2	125,6	103,5	398,41	370,71	Mai/13	33,8	271,60	206,21	Mai/14	38,8	223,71	166,75
Jun/12	57,2	63,0	85,4	10,14	49,30	Jun /13	13,2	377,27	546,97	Jun/14	37,8	67,74	125,93
Jul/12	49,0	102,0	108,16	111,0	126,53	Jul /13	59,4	71,72	86,87	Jul/14	22,0	363,63	404,55
Ago/12	41,0	54,6	80,4	33,17	96,10	Ago/13	32,0	70,63	151,25	Ago/14	20,8	162,5	286,54
Set/12	43,4	64,3	67,4	48,16	55,30	Set/13	27,0	138,15	149,63	x	x	x	x
Out/12	13,8	61,3	65,4	344,20	373,91	Out/13	21,8	181,19	200,0	x	x	x	x
Nov/12	-	98,4	66,4	-	-	Nov/13	50,6	94,47	31,22	x	x	x	x

Fonte: Dados mensais de chuva fornecidos pelo 2º. Distrito de Meteorologia, 2º. DISME/INMET

Tabela 04- Precipitação Máxima Diária (mm) de Dezembro de 2011 a Agosto de 2014 na Estação meteorológica Convencional (EMC), desvios dos valores máximos diários precipitáveis em relação as normais climatológicas de 1931- 60 e 1961-90. Elaborada por SANTOS, O. C. de O. (2015).

Mês/ Ano	mm	Norm al 30- 60(A)	Norm al 60- 90(B)	Desvi o % (A)	Desvi o % (B)	Mês /Ano	mm	Desvi o % (A)	Desvi o % (B)	Mês /Ano	mm	Desvi o % (A)	Desvi o % (B)
Dez/ /11	36,2	84,6	121,4	133,7	235,36	Dez/ /12	41,9	101,9	189,7 4	Dez/ 13	57,8	46,37	63,60
Jan/ 12	43,4	78,2	118,2	80,18	172,35	Jan/ 13	41,5	88,43	184,3 3	Jan/ 14	75,5	3,58	56,29
Fev/ 12	44,7	118,2	117,4	164,43	162,64	Fev/ 13	161,2	26,67	27,17	Fev/ 14	67,5	50,70	73,33
Mar/ 12	81,9	102,1	136,9	24,7	67,16	Mar/ 13	77,1	32,43	77,56	Mar/ 14	86,3	18,3	58,63
Abr/ /12	46,2	101,1	112,8	118,8	142,64	Abr/ 13	55,4	82,49	103,6 1	Abr/ 14	62,5	61,6	80,48
Mai/ 12	32,2	125,6	103,5	290,06	221,43	Mai/ 13	63,5	97,80	62,99	Mai/ 14	32,0	292,5	223,4 4
Jun/ 12	56,6	63,0	85,4	11,30	50,88	Jun/ /13	17,4	262,0		Jun/ 14	48,0	31,25	77,92
Jul/ 12	75,3	102,0	111,0	35,46	47,41	Jul/ /13	66,6	53,15	66,67	Jul/ 14	47,2	116,1 0	135,1 7
Ago/ 12	30,3	54,6	80,4	80,20	165,35	Ago/ 13	48,5	12,58	65,73	Ago/ 14	14,8	268,9 2	443,2 4
Set/ 12	63,1	64,3	67,4	1,90	6,81	Set/ 13	30,8	208,7 6	118,7 3	x	x	x	x
Out/ 12	11,6	61,3	65,4	428,4	463,79	Out/ 13	17,2	256,3 9		x	x	x	x
Nov/ 12	27,8	98,4	66,4	253,96	138,85	Nov 13	56,5	74,16	17,52	x	x	x	x

Fonte: Dados mensais de chuva fornecidos pelo 2º. Distrito de Meteorologia, 2º. DISME/INMET.

Ao classificarem os eventos de chuvas, notou-se que estavam concentrados no intervalo de 0,0mm a 4,9mm Tabela 05 e 06, com 2.111 eventos na EAM e 656 eventos na EMC, salienta-se que o grande número de frequência na EAM, é ocasionado por serem as informações horárias enquanto que na EMC as informações são obtidas de 06:00horas em 06:00horas. Outro intervalo mais expressivo correspondeu ao de 5,0mm a 9.9 mm com 245 eventos na EMA e 218 eventos no EMC.

Outros intervalos que se destacaram na frequência de eventos foram 10,0mm a 14,9 com 112 eventos na EMA, 122 eventos na EMC, e 15,0mm a 19,9mm com 56 eventos, na EMA e 68 na EMC, Tabelas 04 e 05. À medida que os intervalos de altura da chuva foram aumentando houve diminuição na frequência dos eventos, Tabelas 04 e 05. O evento com maior altura de chuva diária ocorreu no dia 13 de fevereiro de 2013, na EMC, alcançando 125,70mm. Na EMA o evento com maior altura de chuva observou-se no dia 27 de setembro com 52,8mm.

Tabela 05- Distribuição da frequência dos eventos de chuvas na EMA, de Dezembro de 2011 a Agosto de 2014. Elaborada por SANTOS, O. C. de O. (2015).

Interv a lo.	Meses												Total
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	
0,1-4,9	133	267	337	275	204*	261	190	175	107	61	54	47*	2.111
5,0-9,9	21	28	28	35	21*	29	31	23	11	9	7	2*	245
10,0-14,9	17	16	11	24	7*	11	6	4	9	3	1	3	112
15,0-19,9	5	7	8	10	6*	4	2	7	4	1	0	2*	56
20,0-24,9	2	3	4	5	1*	3	1	2	0	1	0	0	21
25,0-29,9	1	4	1	0	0*	1	0	0	1	1	0	0	9
30,0-34,9	0	1	1	4	1*	0	1	0	0	1	0	1*	10
35,0-39,9	1	0	0	1	0*	0	0	1	0	0	0	0	3
40,0-44,9	1	1	1	0	1*	0	0	0	0	0	0	0	4
45,0-49,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50,0-54,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

*Meses com informações diárias incompletas.

Apesar, da concentração dos eventos de chuvas estarem situados no intervalo de 0.0 mm a 4,9mm, tem-se observado os alagamentos mais frequentes, principalmente quando há coincidência com a fase da preamar, em que o escoamento das águas torna-se mais lento, no período chuvoso a situação torna-se caótica, porque ruas ficam alagadas, por dois a três dias atingindo as casas, que também são alagadas.

De acordo com as leituras da Tábua de marés do Porto de Belém, as amplitudes mais frequentes das marés estão no intervalo de 3.0m a 3.3m, Tabela 06.

Tabela 06- Distribuição da frequência das marés no Porto de Belém no período de Dezembro de 2011a Agosto de 2014. Elaborada por SANTOS, O. C. de O. (2015).

Altura de marés	Meses												Total
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	
2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
2,4	0	0	2	1	0	0	0	0	4	3	1	0	11
2,5	0	0	2	7	1	0	0	3	3	1	4	0	21
2,6	2	0	4	4	7	2	0	3	6	4	3	3	39
2,7	8	3	11	14	8	7	7	6	13	10	7	5	99
2,8	16	3	14	11	13	13	15	22	15	6	9	10	147
2,9	26	7	10	12	14	19	16	22	13	12	9	12	172
3,0	40	11	21	15	14	21	44	35	24	9	13	20	267
3,1	23	7	20	14	18	32	19	29	30	14	15	14	235
3,2	22	7	22	18	20	32	32	27	31	17	20	16	264
3,3	25	7	29	32	38	28	19	16	20	11	24	18	267
3,4	3	6	13	20	20	14	6	10	10	12	10	9	133
3,5	8	2	12	19	13	8	10	6	3	0	3	4	88
3,6	2	3	2	4	6	1	0	0	3	0	0	1	22
3,7	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3

As máximas amplitudes das marés são mais observadas nos meses chuvosos, principalmente, no mês de março quando ocorre o que se chama popularmente de “marés de lance” esse exemplo pode ser visto na Figura 02.



Figura 02- Exemplo das enchentes que ocorrem em áreas quando as máximas amplitude de maré coincidem com o período chuvoso, UFPA/ POEMA, Campus avançado do Guamá. Março, 2014. SANTOS, O.C. de O.

Um exemplo da contribuição fase de maré cheia para o alagamento, ocorreu no dia 07/04/2013, começou chover das 21:00horas às 22:00horas precipitou 7,0mm, e a maré alcançou a máxima amplitude às 21h41', com 3,3m.

As enchentes, principalmente, no período chuvoso sempre existiram em algumas ruas construídas às margens de igarapés, como ocorre com a Av. Visconde de Souza Franco, no bairro do Umarizal. Todavia tem-se notado que os alagamentos tornaram-se corriqueiros, em qualquer período do ano, ruas que não apresentavam alagamentos, e hoje, quando as chuvas caem em forma de pancada de 5,0 mm a trafegabilidade fica comprometida, como por exemplo, a Travessa Lomas Valentinas com a Av. Romulo Maiorana, Avenida João Paulo II entre as da Travessas Barão do Triunfo e Mariz de Barros.

As enchentes e os alagamentos tornaram-se mais frequentes pela grande impermeabilização do sítio urbano de Belém, que não levaram em consideração a geomorfologia dessa parte da cidade, em que uma grande área da 1ª. Léguas Patrimonial está abaixo de 4,0m, com uma rede de drenagem inadequada para a vazão do escoamento superficial, provocando o caos ao deslocamento da população, e acelerando o transbordamento dos canais.

Visitando as áreas de ocupações espontâneas (Trindade, 1998), também conhecida como áreas de invasão, observa-se que apesar de apresentarem ruas asfaltadas, não há uma rede de drenagem para as águas das chuvas. As casas dispostas às margens dos igarapés canalizados, nos quais são depositados todos os tipos de lixo, a falta de uma arborização às margens dos mesmos e quando há é muito rarefeita, Figura 03. Esses fatores contribuem para que qualquer evento de chuva de 5,0mm já provoquem alagamentos nessas áreas.





Figura 04- Trecho da área da Baixada do Bairro do Marco: (A) Disposição das casas; (B) Falta de drenagem para as chuvas e consequências; (C) Canal Principal da Rua José Leal Martins com depósito de lixo em suas margens; (D) Barragem de Areia e Barro para impedir o transbordamento das águas do canal atinjam as residências; (E) Lixo no canal José Leal Martins. Elaborado por SANTOS, O. C. de O. (2015).

O traçado das ruas nos bairros onde há áreas de ocupações espontâneas tem contribuído para que os alagamentos e enchentes aconteçam frequentemente, e nos bairros onde as ruas foram planejadas, mas o excesso de construções, principalmente de edifícios sem coleta de água de chuvas, sem arborização, sem parques, portanto sem espaços para infiltração, também alimentam o acúmulo de água nas ruas, havendo os alagamentos. Nota-se que em Belém há um completo desrespeito as normas do Plano Diretor.

CONCLUSÕES

A ocupação desordenada na área da 1ª. Léguas Patrimoniais de Belém contribuem para os constantes alagamentos. No período chuvoso, os eventos de chuvas a partir de 5,0mm ocasionam alagamentos e os de 10,0mm causam enchentes, e a partir de 5,0m quando coincidem com a fase de maré cujas amplitudes na cidade alcançam de 2,3m a 3,7m, provocam enchentes.

BIBLIOGRAFIA

- CIA. DE DESENVOLVIMENTO E ADMINISTRAÇÃO DA ÁREA METROPOLITANA DE BELÉM. CODEM. Estudos/Propostas de definição territorial dos Distritos Administrativos. Belém, CODEM. 1993 (Relatório).
- COHEN, Júlia Clarinda Paiva. Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazônia. 1989. 153p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia-Instituto Nacional de Pesquisas. São José dos Campos.
- COHEN, Júlia Clarinda Paiva; SÁ, Leonardo Deane de Abreu; NOGUEIRA, Daniele Santos; GANDU, Adilson Wagner. Jatos de baixos níveis acima da floresta amazônica em Caxiuana. Revista Brasileira de Meteorologia. Vol. 21 (3b). 2006. 271-282p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Censo Demográfico de 2010. Rio de Janeiro. Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IN: [HTTP://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=202&z=cd&o=14&i=P](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=202&z=cd&o=14&i=P)
- KOUSKY, Vernon Edgar; MOLION, Luis Carlos Baldicero. Uma contribuição à climatologia da dinâmica da troposfera sobre a Amazônia. São José dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais. 1981.
- MORAES, Mauro Pantoja de. O reordenamento territorial das áreas da aeronáutica em Belém. Belém. Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPA. p. (Dissertação de Mestrado)
- NIMER, Edmon. Climatologia do Brasil. 2ª. edição. Rio de Janeiro. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. 1989.

RODRIGUES, José Edilson Cardoso; LUZ, Luziane Mesquita da. Mapeamento da cobertura vegetal da área Central do Município de Belém-PA, através de sensores remotos de base orbital (sensor TM, LANDSAT 5 e sensor CCD,CBERS 2) IN: Anais XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, Brasil, INPE. 2007. 1063-1070 p.

SANTOS, Odete Cardoso de Oliveira. Análise do uso do solo e dos recursos hídricos da microbacia hidrográfica do igarapé Apeú, nordeste do Estado do Pará. 2006. 269p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

SANTOS, Flávio Augusto Altieri dos. Alagamentos e inundação urbana: Modelo experimental de risco. Belém, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. UFPA/Museu Emílio Göeldi/ EMBRAPA. 2010.168p. (Dissertação de Mestrado).

SANTOS, Odete Cardoso de Oliveira Santos; FERREIRA, Hugo Albuquerque. A distribuição dos eventos de chuvas no distrito industrial de Ananindeua, município de Ananindeua, estado do Pará. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. Climatologia e Gestão do Território. Fortaleza, UFCE/ ABClima. 2010.

SANTOS, Odete Cardoso de Oliveira; SOUZA, Ricardo Santos de. Estudo da variabilidade espacial e temporal das chuvas em Belém. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA-IV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Brasília, SBMET/CAM/MAS. Anais 2. Outubro, 1986. 251p.

Silva JR, João Athaydes, COSTA, Antonio Carlos Lôla da, Pezzuti, Juarez, C. B.; COSTA, Rafael Ferreira; CARVALHO, Saulo Prado. Eventos de Precipitação e Alagamentos na Cidade de Belém-PA. [HTTP://sic2011.com/sic/arq/75290314887529031486.pdf](http://sic2011.com/sic/arq/75290314887529031486.pdf). Acessado em 13/07/2010.

SILVA, Andresa Macedo e. Gestão de Conflitos pelo uso da água em bacias hidrográficas urbana. Belém, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. UFPA/CT. 2003. P. 52 (Dissertação de Mestrado).

Sousa, Adriano Marlison Leão; Campos, Claudia Rejane Jacondino; ROCHA, Edson José Paulino. Epsode of low level jets in the north and northeast coast of state of Para: a case study of 2002 April 21st to 22nd. Revista Brasileira de Meteorologia. Vol. 23 (3). 2008. 334-340p.

TRINDADE JÚNIOR, S. C da. A Cidade Dispersa: os novos espaços de assentamentos em Belém e a reestruturação metropolitana. São Paulo: Departamento de Geografia. FFLCH/USP. 1998 (Tese de Doutorado em Geografia Humana).