

PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS APLICADOS À BACIA DO RIO UNA (PERNAMBUCO-BRASIL) PARA IDENTIFICAR SUSCEPTIBILIDADE A ENCHENTES

MORPHOMETRIC PARAMETERS RIVER BASIN APPLIED TO UNA (PERNAMBUCO-BRAZIL) SUSCEPTIBILITY TO IDENTIFY THE FLOODS

Kleython de Araujo Monteiro¹

Ana Clara Magalhães de Barros²

Rhaissa Francisca Tavares de Melo²

Débora Albuquerque Meira Coelho Ramos²

Ranyére Silva Nóbrega³

Oswaldo Girão³

RESUMO

O presente artigo buscou aplicar parâmetros morfométricos na bacia do Rio Una, Estado de Pernambuco-Brasil, visando elucidar se a mesma possui susceptibilidade à enchentes, visto que em junho de 2010 houve um evento catastrófico que devastou a cidade de Palmares. A partir da aplicação de métodos morfométricos de análises de bacias hidrográficas, foi verificado que a bacia não possui

-
- 1 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco – Brasil. E-mail: kleython_ufpe@hotmail.com
 - 2 Mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco – Brasil. E-mail: anaclarambarros@hotmail.com, rhaissatavares@hotmail.com, debora_mmeira@hotmail.com
 - 3 Professores de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco – Brasil. E-mail: ranyere.nobrega@yahoo.com.br, osgirao@gmail.com

Fecha de recepción: 12 de octubre de 2013
Fecha de aceptación: 9 de diciembre de 2013

Kleython de Araujo Monteiro, Ana Clara Magalhães de Barros, Rhaissa Francisca Tavares de Melo, Débora Albuquerque Meira Coelho Ramos, Ranyère Silva Nóbrega, Osvaldo Girão. Morphometric parameters river basin applied to una (Pernambuco-Brazil) susceptibility to identify the floods

índices que indiquem susceptibilidade à enchentes, sendo o evento de 2010, portanto, um evento que pode ser considerado de alta magnitude e fora dos padrões de normalidade.

Palavras-Chaves: Mofometria; Bacia de Drenagem, Rio Una, Susceptibilidade a Enchentes.

ABSTRACT

This research applied morphometric parameters to the Una River Basin in the state of Pernambuco, Brazil, with the goal of determining if this watershed is susceptible to floods. In June of 2010 there was a catastrophic flooding event that devastated the city of Palmares. The application of this methods verified that this watershed isn't susceptible to flooding, and this particular flood was a rare and anomalous event.

Word-Keys: orphometry; watershed, una River, susceptibility to flooding, Palmares, Brazil

Introdução

Para investigar as características das diversas formas de relevo, as bacias hidrográficas se configuram como feições importantes, principalmente no que se refere aos estudos de evolução do modelado da superfície terrestre. Entretanto, a maioria dos trabalhos científicos acerca de bacias hidrográficas evidencia qualitativamente os aspectos de forma que, em geral, é insuficiente para a identificação de homogeneidades, no que diz respeito aos fatores que influenciam as formas de relevo. Deste modo, é evidente a necessidade do emprego de métodos quantitativos para estudos dessa natureza.

Para Hack (1965) todos os elementos de uma bacia estão em equilíbrio dinâmico e se modificam proporcionalmente na medida em que um dos elementos é alterado. Esta alteração pode se dá em quaisquer elementos, como relevo, estrutura, materiais superficiais como solos, sedimentos, rochas, e até mesmo no regime dos fluxos. Ou seja, qualquer alteração no regime de precipitação produz uma adaptação do sistema geomorfológico em resposta ao mesmo, da mesma forma que os fluxos estão adaptados à forma da bacia (Christofolletti, 1980).

Desta forma, a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica torna-se de extrema importância para a avaliação de susceptibilidade à alterações de fluxo dentro do seu sistema (Christofolletti, 1980; 1981).

No referente à área objeto do estudo, a região da Zona da Mata sul pernambucana foi afetada por um evento pluvial extremo no período entre 17 e 18 de junho de 2010, quando a Bacia Hidrográfica do Rio Una suplantou seus níveis históricos de vazão, provocando uma rápida elevação

da lâmina d'água, e o conseqüente extravasamento do seu leito, levando a inundação de áreas urbanas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consiste na realização de uma caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Una, a partir da análise de alguns parâmetros físicos, sendo estes o coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de circularidade, no intuito de definir o nível de susceptibilidade à enchentes da bacia. Sendo esta análise relacionada com o evento de enchente ocorrido entre 17 e 18 de junho de 2010, que devastou a cidade de Palmares, uma das principais cidades localizadas dentro do perímetro da bacia do rio Una.

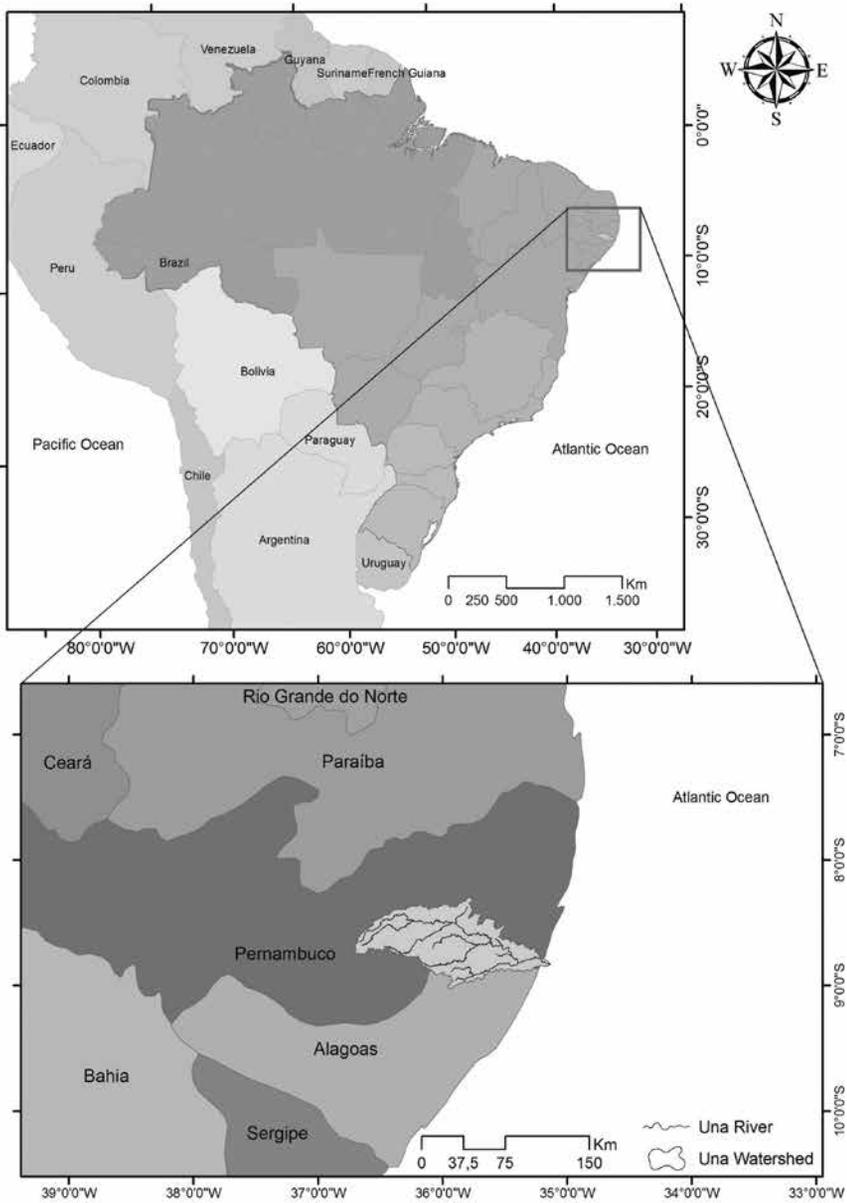
Área de Estudo

A presente análise foi realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Una (Figura 1), que abrange uma superfície de mais de 6.000 km², estando localizada na porção sul da região litorânea do Estado de Pernambuco entre 8°17'14" e 8°55'28" de latitude S e 35°07'48" e 36°42'10" de longitude O.

A bacia do Rio Una limita-se ao norte, com as Bacias Hidrográficas dos Rios Ipojuca e Sirinhaém, ao sul com a Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú e com o quinto grupo de bacias hidrográficas de pequenos rios litorâneos GL 5 (Grupo de Bacias de Pequenos Rios Interiores 5), a leste com o oceano Atlântico e o quarto grupo de bacias hidrográficas de pequenos rios litorâneos GL 4 (Grupo de Bacias de Pequenos Rios Interiores 4), e a oeste com as Bacias Hidrográficas dos Rios Ipojuca e Ipanema (CONDEPE/FIDEM, 2012).

Kleython de Araujo Monteiro, Ana Clara Magalhães de Barros, Rhaissa Francisca Tavares de Melo, Débora Albuquerque Meira Coelho Ramos, Ranyère Silva Nóbrega, Osvaldo Girão. Morphometric parameters river basin applied to una (Pernambuco-Brazil) susceptibility to identify the floods

Figura 1. Mapa de localização da área



Características Gerais

O rio Una tem sua nascente na serra da Boa Vista situada em áreas do município de Capoeiras, a uma altitude de 900 m, com curso no sentido oeste-leste. Percorre aproximadamente 255 km até o seu encontro com o Oceano Atlântico. Apresenta-se com escoamento intermitente até o espaço territorial do município de Altinho, quando, torna-se perene. Essa perenização é provocada essencialmente pelo aumento dos índices pluviométricos. Seus principais tributários são: os riachos Salobro, Salgadinho, Quatis, da Mandioca; os rios: Chata, Piranji, e Jacupe, Games, Gravatá, Exú; e os rios: Mentiroso, Maracujá, Camevô, Preto, Camocim-Mirim e José da Costa.

O rio Piranji, um de seus principais afluentes, tem seu curso iniciado no distrito de Pau Ferro, em Quipapá, a uma altitude aproximada de 600m. Tem uma extensão de 72 km e deságua no rio Una a 3 km a montante da cidade de Palmares.

Marco Teórico-Conceitual

Além das técnicas morfométricas aplicadas à análise da bacia do rio Una para identificar e avaliar características na sua forma que possibilitassem predizer possíveis enchentes, fez-se necessário também uma pequena revisão teórica sobre os eventos climáticos atuantes durante o evento de junho de 2010, para melhor entendermos sobre a grande carga hídrica que atuou na bacia durante os dias 17 e 18 de junho de 2010.

O clima e o tempo no Nordeste Brasileiro são influenciados por diversos sistemas atmosféricos da circulação geral da atmosfera e também da circulação secundária. Dentre eles estão a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); frentes frias; vórtices ciclônicos de altos níveis; linhas de instabilidade; Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's); Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs); e brisas marítima e terrestre (Ferreira e Melo, 2005).

Para esta análise faz-se necessário explicitar, em maiores detalhes, os aspectos relacionados aos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's) e aos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), sistemas estes que provocaram as anomalias na climatologia de precipitação e, conseqüentemente, os distúrbios gerados pelas enchentes do rio Una no ano de 2010.

O sistema atmosférico conhecido como Complexo Convectivo de Mesoescala é formado pela ascensão de ar úmido em decorrência de pressões atmosféricas baixas nas proximidades da superfície terrestre (Molion, 2000).

De acordo com Alves *et al* (2011) as primeiras observações dos Complexos Convectivos de Mesoescala sobre a América do Sul foram realizadas através de imagens de satélites durante o fim da década de 1980, e no caso da Região do Nordeste brasileiro poucos estudos se tem acerca desses eventos. Para Maddox (1982) e Velasco e Fritsch (1987) *apud* Alves *et al* (2011) este complexo pode ser analisado e estudado com embasamento nos conhecimentos que existem acerca do mesmo ocorrente na América do Norte, com a ressalva que no Sul estes tendem a se desenvolver após o anoitecer, atingindo cerca de 60% a mais em área e possuindo maior duração.

Para Maddox (1980) *apud* Molion e Bernardo (2000) os Complexos Convectivos de Mesoescala caracterizam-se por um aglomerado convectivo de nuvens com estrutura vertical profunda, constituída pelos topos e bigornas dos cumulonimbus (CB), possuindo forma aproximadamente circular e tempo de vida de no mínimo 6 horas.

Os Complexos Convectivos de Mesoescala são conjuntos de cumulonimbus cobertos por uma densa camada de cirrus que podem ser facilmente identificados em imagens de satélite devido a seu formato aproximadamente circular e com um crescimento explosivo superior a seis horas (Alves *et al* 2011).

Estes sistemas são importantes devido ao fato de produzirem uma grande fração da precipitação durante os meses quentes por estarem frequentemente associados a tempo severo (Fritsch *et al.* 1986 *apud* Alves *et al* 2011).

Quanto aos Distúrbios Ondulatórios de Leste, estes formam-se na faixa tropical do globo terrestre, deslocam-se de leste para oeste e atingem desde a África até o litoral leste do Brasil (Ferreira e Melo, 2005).

As perturbações atmosféricas que ocorrem nos trópicos geralmente são geradas por vórtices ciclônicos que quando sobrepostos a alísios geram um conglomerado de nuvens convectivas que se deslocam para oeste. Em cartas meteorológicas apresentam-se em forma de I, V ou de vírgula, estão no bojo de uma onda senoidal no campo do escoamento do ar associado ao cavado (Varejão-Silva, 2006).

Para Saucier (1969) *apud* Varejão-Silva (2006) em geral este cavado barométrico inclina-se para leste com a altitude onde há uma convergência do vento à superfície e, portanto, movimento ascendente, na parte posterior do cavado; na porção da frente ocorre divergência de ventos à superfície, caracterizando movimento vertical subsidente. As chuvas mais intensas se encontram exatamente após a passagem do eixo do cavado, já que é na porção posterior deste que se processam os movimentos ascendentes mais fortes. O vento muda rapidamente de direção com a sua passagem, acompanhando o cavado encontra-se uma faixa de nuvens convectivas bem desenvolvidas que produzem os aguaceiros. O comprimento da faixa nebulosa provocada pelas ondas de leste varia de 2000 a 4000 km e sua forma lembra a de um “V” invertido.

As ondas de leste formam-se sobre o oceano e duram aproximadamente duas semanas, deslocando-se de 6° a 7° de longitude por dia, o que corresponde a velocidade média de 25km (BARR, 1968 *apud* Varejão-Silva, 2006).

Como visto, estes sistemas são grandes produtores de chuva, quando isolados. No caso de ocorrerem em conjunto, como um único evento, podem produzir uma catástrofe climática, como a verificada em junho de 2010 na Zona da Mata e no litoral pernambucano.

Na Zona da Mata pernambucana os eventos pluviais extremos derivados dos CCM's e DOLs são verificados no período de outono-inverno, sendo comum a ocorrência de eventos de alta magnitude e recorrência nos meses de junho e julho. Tais episódios extremos desencadeiam processos geomorfológicos sobre as encostas e interflúvios, sendo as enchentes e inundações o principal risco geomorfológico que afeta de forma abrangente a população da região.

Para Goudie (2006), às inundações são causadas pelo intenso, excessivo e mesmo recorrentes índices de precipitação pluvial que atinge determinada área como resposta à ação de mecanismos atmosféricos que atuam individualmente ou em conjunto, sendo este o principal fator controlador do desencadeamento de tais eventos de caráter geomorfológico.

Contudo, além das condições climático-meteorológicas regionais a serem consideradas, não se deve desconsiderar que as características dos eventos de inundações são influenciadas por uma série de fatores relativos à própria organização espacial da área interfluvial, conforme afirmam Ayala e Goudie (2010), tais como:

1. Morfometria da rede de drenagem;
2. Condições de infiltração do solo nas encostas e divisores;
3. Aspectos geológicos concernentes à estrutura, tectônica e erodibilidade da superfície; e
4. Cobertura vegetal e práticas de uso e ocupação da terra.

Desta forma, uma análise dos parâmetros morfométricos de uma bacia de drenagem constitui-se em um dos fatores relevantes a serem considerados na avaliação da susceptibilidade à enchentes em canais fluviais.

Marco Metodológico

Análises morfométricas vêm sendo utilizadas de forma constante dentro da perspectiva geomorfológica desde o advento da chamada geografia teórico-quantitativa. Modelos matemáticos e estatísticos contribuíram e contribuem trazendo índices quantitativos que auxiliam na interpretação do modelado terrestre e suas formas resultantes. Hack (1957), Horton (1945), entre outros trouxeram grandes contribuições para este tipo de análise morfométrica.

Dentro desta análise destacam-se as morfometrias de drenagem e de bacias, dentre os quais, no presente trabalho, utilizaremos apenas os índices morfométricos relacionados à bacia hidrográfica, como coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, no intuito de obter valores que indiquem a maior ou menor susceptibilidade da bacia a eventos de enchentes.

Para obtenção dos valores necessários à elaboração dos índices foi produzido um Modelo Digital de Elevação, para posteriormente gerar automaticamente um modelado da bacia hidrográfica do Rio Una. A geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) foi a partir do processamento de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) correspondente à subdivisão SC-25-V-A e com resolução de 90 metros em ambiente GIS.

Os índices analisados são os seguintes, e elaborados da seguinte forma:

- **Coeficiente de Compacidade**

O coeficiente de compacidade de uma bacia hidrográfica relaciona seu perímetro com o perímetro de uma circunferência de um círculo de mesma área. Este coeficiente varia de acordo com a forma da bacia,

independente de seu tamanho (Vilella & Mattos, 1975). Valores menores neste coeficiente, mais próximos a 1, representam uma bacia de forma mais circular e, conseqüentemente, com maior potencialidade ao estabelecimento de picos de enchentes (Garcez & Alvarez, 1998). Este coeficiente foi calculado a partir da seguinte equação:

Onde: K_c é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro da bacia (m) e A é a área de drenagem (m^2).

- **Fator de Forma**

O Fator de Forma relaciona a forma de uma bacia à de um retângulo, constituído pela razão entre a largura média e o comprimento da foz à cabeceira mais longínqua da bacia (Cardoso *et al.*, 2006). De acordo com Vilella e Mattos (1975), quanto menor o fator de forma de uma bacia, menor será sua susceptibilidade à ocorrência de enchentes. Tal consideração se deve ao fato de que:

Em uma bacia estreita e longa, com fator de forma baixo, há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão; e também, a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos ao longo do mesmo, afastando-se, portanto, da condição ideal da bacia circular, na qual a concentração de todo o deflúvio da bacia se dá num só ponto (Barros *et al.*, 2004).

O cálculo do fator de forma é feito através da seguinte equação:

Onde: F é o fator de forma, A é a área de drenagem (m^2) e L é o comprimento do eixo da bacia.

- **Índice de Circularidade**

Este índice, assim como o coeficiente de compacidade, expressa a relação entre o perímetro de uma bacia com o perímetro de uma circunferência de um círculo de mesma área. Quanto mais próxima da circularidade, maior a retenção de água na bacia e, conseqüentemente, maior sua susceptibilidade à enchentes. Este índice é calculado da seguinte forma:

Onde: IC é o índice de circularidade, A é a área de drenagem (m²) e p é o perímetro (m).

Resultados e Discussão

A partir da aplicação dos métodos propostos à bacia hidrográfica do Rio Una, e da caracterização matemática da mesma, foram obtidos valores utilizados em sua análise geomorfológica.

A área de drenagem da bacia é de aproximadamente 6.705.471.906 m² e o seu perímetro de 622.318 m. De acordo com Cardoso *et al* (2006) esses valores podem servir como ferramenta na análise e na gestão da bacia, de forma que a partir da observação dos fatores como comprimento do eixo da bacia, coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de circularidade pode-se compreender de forma eficiente a dinâmica da área em questão.

Com os resultados obtidos (Quadro 1) é pertinente afirmar que a bacia hidrográfica do rio Una quando em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos extremos e anormais apresenta-se pouco suscetível a enchentes. Esta afirmativa se alicerça nos dados encontrados, onde o coeficiente de compacidade apresenta valor afastado da unidade (2,12792) e o fator de forma exibe um valor baixo (0,220461).

Quadro 1. Características físicas da Bacia Hidrográfica do Rio Una

Características Físicas	Resultados
Área de Drenagem (m ²)	6705471906,19583
Perímetro (m)	622318,40736
Perímetro ao Quadrado (m)	387280200139,0869
Comprimento do Eixo da Bacia	174.400,644
Coefficiente de Compacidade (Kc)	2,12792
Fator de Forma (F)	0,220461
Índice de Circularidade (IC)	0,217640
Altitude Máxima (m)	900
Altitude Mínima (m)	0

Obtidos os valores morfométricos pode-se dizer que a bacia não possui forma próxima à circularidade, onde, de acordo com Villela e Mattos (1975), há maiores possibilidades de que chuvas intensas ocorram simultaneamente

em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal. No caso da bacia ora em estudo, não se pode interpretá-la como suscetível a enchentes, já que esta apresenta uma tendência de forma alongada, fato que se comprova com o valor do seu índice de circularidade (0,217640), o que permitiria uma maior e melhor distribuição das águas, diminuindo ainda mais os riscos de enchentes e catástrofes.

Em estudo realizado por Cardoso *et al.* (2006) pode-se perceber resultados bastante semelhantes, corroborando a análise em questão, sendo utilizada a mesma metodologia de análise onde se obtiveram resultados semelhantes nos cálculos morfométricos aplicados a bacia do rio Debossan, em Nova Friburgo-RJ, que igualmente possui formato alongado constando-se que a referida área também não encontra-se propícia a enchentes.

Para a área de drenagem o valor encontrado foi de 9,9156 km² e o perímetro de 17,684 km, coeficiente de compacidade de 1,5842, fator de forma de 0,3285 e índice de circularidade de 0,3985. A forma mais alongada da bacia hidrográfica indica que a precipitação pluviométrica sobre ela se concentra em diferentes pontos, concorrendo para amenizar a influência da intensidade de chuvas, as quais poderiam causar maiores variações da vazão do curso d'água.

Com a interpretação de que a bacia não é suscetível à enchentes, o evento de junho de 2010 torna-se mais intrigante do ponto de vista climático, pois provocou um grande desastre onde os parâmetros não indicam tendência para tal.

Neste episódio houve uma precipitação superior a 348 mm (Figura 2) em apenas 22 horas de atuação do fenômeno (entre os dias 17 e 18 de junho de 2010). Entretanto, houve uma precipitação de 298,3 mm uma semana antes, que proporcionou a saturação do solo em relação à sua capacidade de retenção e absorção das águas pluviais. Esta precipitação que durou um período inferior à 48h seria esperada para todo o mês de junho, se fossemos levar em consideração uma análise climatológica clássica de dados médios históricos de análise para o mês de junho.

Todavia, utilizando uma perspectiva rítmica, podemos verificar que eventos semelhantes ocorreram nos anos de 2000, e 2004, neste mesmo período do ano (fins do outono, início do inverno austral), trazendo chuvas e catástrofes de menor proporção ao ocorrido em 2010. Este evento, em especial, se processou através de um Distúrbio Ondulatório de Leste, que

ao decorrer dos 3 dias de atuação contribuiu com o desenvolvimento de nuvens convectivas, o que proporcionou uma precipitação tão intensa em um período tão curto de tempo (Alves *et al* 2012).

Devem-se levar em consideração, além dos aspectos climáticos, também outros aspectos ambientais da região. A cidade de Palmares encontra-se “cortada” pelo Rio Uma, com residências ocupando praticamente as margens e os terraços do canal fluvial, chegando, em muitos casos, a possuir residências que se lançam dos terraços e se suspendem sobre a calha do rio. Estas residências foram as mais afetadas, sendo quase totalmente destruídas quando da ocorrência do evento de junho de 2010 (Figura 3).

Figura 2. Seqüência de imagens de satélite relativa ao evento de precipitação em 18/06/2010 (às 0h e 3h de GTM)

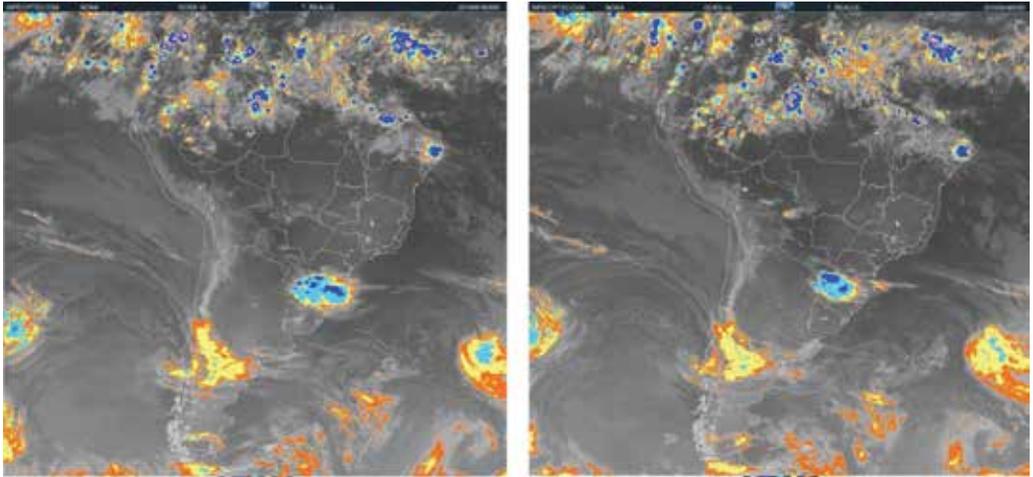


Figura 3. Residências construídas a margem do rio Una que foram destruídas com a ocorrência da enchente de 2010



Considerações Finais

Com a obtenção dos índices morfométricos e a posterior análise dos mesmos, verificou-se que a bacia hidrográfica do rio Una não possui parâmetros que indiquem uma susceptibilidade à enchentes. Entretanto em 2010 o evento de grande magnitude de precipitação sobre a bacia do Rio Una, promoveu uma precipitação de mais de 150mm^3 em um único dia e de mais de 400mm^3 em uma sequência de 4 dias.

Este evento foi tão devastador, que mesmo em uma bacia verificada como não possuindo características inerentes à cheias, ocorreu uma das maiores cheias já registradas na cidade de Palmares. O mesmo foi caracterizado como sendo a junção de um Complexo convectivo de Meso Escala e um Distúrbio Ondulatório de Leste (Monteiro & Alencar, 2010; Alencar *et al.*, 2012).

Tal evento demonstra que, apesar de muitas vezes os parâmetros morfométricos não indicarem susceptibilidade à enchente, alguns eventos de precipitação são tão extremos que provocam inundações em ambientes que antes não haviam visto nada parecido, dentro de um período de registro histórico. Isto nos leva a reiterar a necessidade de mais estudos que levem em consideração uma perspectiva mais integradora da paisagem e de estudos de ritmos climáticos, para que os desastres climáticos sejam minimizados nas regiões que possuem a existência de sítios urbanos de considerável contingente populacional.

Referencias bibliográficas

- Agência Estadual de Planejamento E Pesquisas de Pernambucano (CONDEPE/FIDEM). [Acedido em 02 de julho de 2012]. http://www2.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library
- Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) (2011) [Acedido em 02 de julho de 2012]. http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=23
- Alves, K. M. A. S, Nóbrega, R. S., Cavalcanti, L., C. S. & Melo, H. L. C. F. (2011). Estudo de caso de aspectos dinâmicos de um Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM) em Pernambuco através de sensores remotos. *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba.
- Alves, K. M. A. S, Cavalcanti, L, C. S. & Nobrega, R. S. (2012). Eventos extremos e risco de inundação: uma análise do comportamento evolutivo dos distúrbios ondulatórios de leste em junho de 2010 sobre a bacia do Rio Una, Pernambuco. *Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, Manaus.
- Ayala, I. A. & Goudie, A. (2010). *Geomorphological Hazards and Disaster Prevention*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cardoso, C. A., Dias, H. C. T., Soares, C. P. B. & Martins, S. V. (2006). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. *Árvore, Viçosa*, 30(2), 241-248.
- Centro de Previsão de Tempo E Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE) [Acedido em 02 de julho de 2012]. <http://www.cptec.inpe.br/>
- Christofoletti, A. (1980). *Geomorfologia*. Editora Edgar Blücher, São Paulo.
- Christofoletti, A. (1981). *Geomorfologia Fluvial*. Edgard Blücher, São Paulo.
- Ferreira, A. G. & Mello, N.G.S. (2005). Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, Presidente Prudente, 1(1), 15-27.
- Fialho, W. M. B. & Molion, L. C. B. (2011). Eventos Extremos: Alagoas Junho de 2010. *Anais do IV Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia*, Pelotas.

- Garcez, L. N. & Alvarez, G. A. (1998). *Hidrologia*. Editora Edgard Blucher, São Paulo.
- Goudie, A. (2006). Global warming and fluvial geomorphology. *Geomorphology*, n. 79. 384-394.
- Hack, J. T. (1957). *Studies of longitudinal profiles in Virginia and Maryland, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap, 294-B: 45-97.*
- Hack, J. T. (1965). *Dinamic Equilibrium and Landscape Evolution*. Melhorn. Ed. Theories of Landform Development. Allen and Unwin,: 87-102.
- Horton, R. E. (1945). *Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysycal approach to quantitative morphology*. Geological Society of America Bulletin 56, 275-370.
- Molion, L. C. B. & Bernardo, S. O. (2000). Dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Rio de Janeiro – RJ.
- Monteiro, K. A. & Alencar, K. M. (2011). *Catástrofe pluviométrica em Palmares, Pernambuco - Brasil, um estudo de caso do evento de 2010*. *Anais do Congresso da União Geográfica Internacional*, Santiago, Chile.
- Varejão – Silva M. A. (2006). *Meteorologia e Climatologia*. Recife, 2006. Versão digital 2. http://www.agritempo.gov.br/tmp/Meteorologia_Climatologia.pdf
- Villela, S. M. & Mattos, A. (1975). *Hidrologia Aplicada*. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo.