



EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO E SISTEMAS ATMOSFÉRICOS EM GOIÂNIA - GO

THALYTA LOPES REGO¹
JULIANA RAMALHO BARROS²

Resumo: O presente estudo visa contribuir para compreender os episódios climáticos extremos que ocorrem em Goiânia e que causam problemas de inundações e alagamentos para seus cidadãos. As ocorrências desses fenômenos foram levantadas a partir de notícias do jornal O Popular entre os anos de 1996 e 2010. Foi escolhido o ano que apresentou o volume de precipitação mais alto em comparação com a maior quantidade de episódios e foi aplicada a técnica da análise rítmica, desenvolvida por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, em 1976.

Palavras-chave: Eventos extremos, Análise-rítmica, Goiânia.

Abstract: This paper aims to understand the extreme weather events that occurs in Goiânia and cause problems of flooding and waterlogging for the citizens. The occurrences of these phenomena have been obtained from the newspaper O Popular, between the years 1996 and 2010. It was chosen the year that presented the highest amount of rainfall compared with the highest amount of episodes for this analysis. The technique of rhythmic-analysis was applied. It was an technique developed by Carlos Augusto Monteiro de Figueiredo in 1976.

Keywords: Extreme Events, Analysis-rhythmic, Goiânia.

1 – Introdução

O estudo do clima pela Climatologia Geográfica pode ser desenvolvido a partir de diversas vertentes, sendo uma delas a do clima urbano. O clima da cidade apresenta diferenças na relação entre as características atmosféricas e a superfície terrestre, alterada pelas construções, como afirmado por Maia e Pitton (2009, p. 38), que lembram que "o crescimento caótico das áreas urbanizadas vem alterando significativamente o equilíbrio natural entre os elementos atmosféricos e a superfície terrestre, contribuindo para a criação do *clima urbano*".

Alguns fenômenos naturais relacionados ao clima podem causar verdadeiras catástrofes no ambiente urbano, sendo as inundações e alagamentos exemplos disso, visto que as precipitações, fenômenos naturais, causam grandes transtornos à população, com prejuízos econômicos e sanitários, podendo mesmo ocorrer perdas de vidas humanas.

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, email para contato: thalytalopesrg@gmail.com

² Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, email para contato: juliana.ufg@superig.com.br



Ayoade (1986) defende que há um aumento nas precipitações urbanas que estão ligadas à presença de grande número de núcleos de condensação devido aos poluentes industriais e são gerados por veículos automotores, acréscimo do vapor de água por processos de combustão, convecção térmica sobre a ilha de calor e turbulência mecânica criada pelo efeito de fricção das estruturas da cidade sobre os fluxos de ar.

As cidades brasileiras, principalmente as localizadas nas regiões metropolitanas, têm convivido com as consequências dos eventos extremos, que causam diversos problemas como erosões, escorregamentos, alagamentos, inundações, queda de árvores, congestionamentos, acidentes de trânsito, perdas materiais e de vidas humanas. No momento em que o fenômeno ocorre, interfere diretamente na dinâmica da cidade. Como resultados, há pessoas desabrigadas, desaparecidas, falta de energia, contaminação de solos e dos recursos hídricos.

Monteiro (1976) em seu livro "Teoria e Clima Urbano" estuda o clima urbano como um sistema e o organiza em três subsistemas. O foco da pesquisa que resulta no presente artigo é terceiro subsistema, o hidrometeorológico, que trata das precipitações urbanas e de seus impactos. As precipitações são eventos episódicos que podem ser extremos e seus impactos estão relacionados com a infraestrutura urbana, podendo causar problemas de circulação e de comunicação urbana. Os eventos extremos ocorrem devido a mudanças bruscas no ritmo e, segundo Monteiro (1971, p. 1), "alternam-se proximamente episódios de 'secas' com outros de tal concentração de chuvas que atingem feições calamitosas".

Em 2012 foi desenvolvida uma monografia e apresentada ao curso de Graduação em Geografia com o título "Alagamentos e Inundações em Goiânia: uma análise a partir da imprensa local e dos registros da defesa civil" (REGO, 2012). Nesse trabalho, foi possível perceber que em Goiânia acontecem vários problemas relacionados ao tempo chuvoso, como inundações e alagamentos.

Foram analisados episódios chuvosos para os anos de 1996 a 2010, por meio de registros de um jornal local de grande circulação e de atendimentos da Defesa Civil. Para a análise da precipitação, utilizou-se dados do Instituto Nacional de Meteorologia, que mostraram que, em Goiânia, existem inúmeras áreas sujeitas a inundações, principalmente os bairros: Bueno, Jardim Guanabara I e II, Jardim América, Urias Magalhães, Pedro Ludovico, Campinas e Jardim Goiás. Tais bairros apresentam alto grau de ocupação humana e de impermeabilização, sistema de escoamento superficial deficiente, além de uma densa rede hidrográfica o que facilita a ocorrência de episódios impactantes quando da ocorrência de chuvas intensas e concentradas ou quando os totais pluviométricos de alguns dias ou do mês é elevado.



Este artigo pretende contribuir para compreender os episódios climáticos extremos que foram noticiados no jornal pesquisado e que causam impacto socioeconômico em Goiânia, por meio da análise dos sistemas atmosféricos a partir dos elementos meteorológicos e do ritmo do clima local.

2 – Análise Rítmica

Neste artigo optou-se pela aplicação da análise rítmica por se julgar que esta técnica é a que melhor descreve os fenômenos climáticos nos centros urbanos, assim como a gênese desses eventos.

A análise rítmica é uma metodologia de análise apresentada por Carlos Augusto Figueiredo de Monteiro em 1971, que apresenta a gênese e a dinâmica do clima a partir da análise dos elementos meteorológicos em escala diária

... o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo (MONTEIRO, 1971, p.9)

Monteiro (1971) baseou seus estudos de clima nos preceitos apresentados por Max Sorre em seu livro *Os Fundamentos da Geografia Humana*, de 1951. Os estudos de Sorre levavam em consideração a sucessão dos tipos de tempo, seu ritmo e sua duração, utilizados por Monteiro para desenvolver a técnica da análise rítmica. Nesta análise percebe-se como os sistemas atmosféricos avançam e se desenvolvem sobre um determinado espaço.

A análise rítmica é feita a partir da construção de um gráfico, em escala diária, dos principais elementos meteorológicos. Com base na análise das combinações destes elementos (pressão, temperatura, precipitação e direção do vento) e da interpretação das cartas sinóticas de superfície, são reconhecidos e identificados os sistemas atmosféricos locais. Com essa análise é possível entender o encadeamento dos tipos de tempo que ocorreram num determinado episódio e associar um acontecimento extremo com a gênese do clima e a dinâmica atmosférica.

Monteiro (1964) afirma que as teorias desenvolvidas utilizando os sistemas de classificação climática não são satisfatórias, pois não observam as escalas geográficas do clima. Utilizam generalizações a partir de fatores como latitude, insolação e temperatura. Para se obter um resultado próximo do real é necessário que se aplique a escala local como base para o sistema de classificação. Outro problema defendido pelo autor é que "a



articulação dos climas locais dentro da escala regional tem sido feita através da análise quantitativa" (MONTEIRO, 1964, p. 60).

A utilização de médias diferentes não leva a uma caracterização verdadeira do clima, resultando em sínteses que não correspondem a resultados verdadeiros. É necessário se fazer uma análise qualitativa dos elementos e das variações dentro de um período homogêneo de tempo.

Para Monteiro é por meio da análise qualitativa que se chega à noção de ritmo e à "sucessão habitual dos estados atmosféricos" (MONTEIRO, 1964, p. 61). Ainda segundo Monteiro (1971) somente a análise rítmica pode oferecer parâmetros válidos para analisar os diferentes e variados problemas geográficos de uma região, através da revelação da gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores do clima regional. E a partir desses pressupostos de Carlos Augusto Figueiredo de Monteiro foi desenvolvido este estudo de análise rítmica sobre os sistemas atmosféricos que levam a desastres climáticos em Goiânia.

3 – Caracterização da Área de Estudo

Goiânia é uma cidade situada na Região Centro-Oeste do país, um dos municípios integrantes da Metropolitana de Goiânia, com uma população de 6.003.788 habitantes, de acordo com o Censo do IBGE de 2010. Possui uma área de 732,802 quilômetros quadrados, limitando-se ao norte com os municípios de Goianira, Nerópolis e Goianápolis, ao sul com o município de Aparecida de Goiânia, a leste com os municípios de Senador Canedo e Bela Vista de Goiás e a oeste com o município de Trindade. Goiânia pertence à bacia do Rio do Prata e à microbacia do Rio Meia Ponte. Outros cursos d'água de importância para a cidade são o Ribeirão João Leite, os córregos Anicuns, Botafogo, Capim-Puba, Cascavel e Macambira.

O clima regional é o Tropical Úmido, com temperaturas variando entre 12°C e 38°C. Os sistemas atmosféricos atuantes em Goiânia levam a formação de dois períodos do clima: um seco e um chuvoso. O período de abril a setembro apresenta-se seco. O período chuvoso vai de outubro a março, com a precipitação podendo ultrapassar 400mm no mês mais chuvoso. O clima regional é definido pela presença marcante das massas Tropical Atlântica (Ta) e Tropical Continental (Tc) e como pode ser observado nesta pesquisa por interferências da Frente Polar Atlântica (FPa).

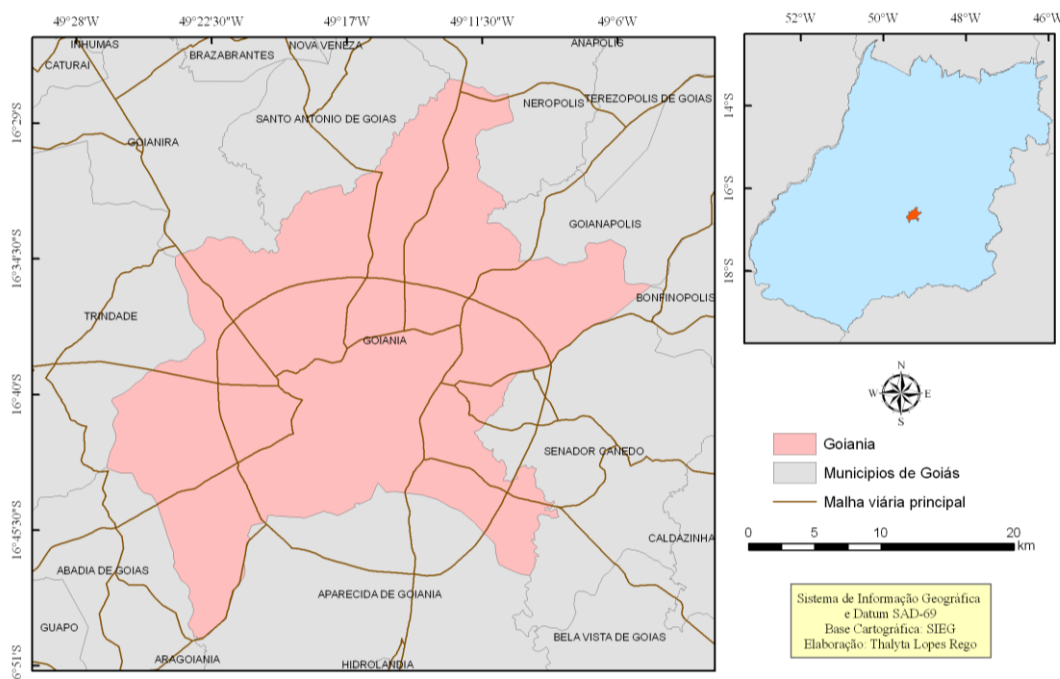


Figura 01. Município de Goiânia

A partir dos dados de precipitação, constatou-se que os meses com menor pluviosidade foram os de Junho, Julho e Agosto, com pluviosidade menor que 50mm por mês, com exceção de Junho de 1997 e Agosto de 2001, apresentando respectivamente 76,4mm e 51,5mm. O mês de Julho é o que tem o menor índice de pluviosidade, sendo 0 em grande parte dos anos estudados. Os meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Novembro e Dezembro apresentam as maiores pluviosidades do ano, chegando a 526mm em Março de 2005.

Com duas estações bem definidas, sendo uma seca e uma chuvosa, Goiânia enfrenta dificuldades na estação chuvosa. As chuvas intensas são de curta duração, porém, com a dificuldade de infiltração, as águas resultantes ganham velocidade devido à declividade do terreno, chegando rapidamente e em maior quantidade aos bueiros e aos rios. Estas águas acarretam alagamentos quando a rede de drenagem urbana não comporta a quantidade de água ou os bueiros estão cheios de lixo e inundações quando alteram a vazão dos rios próximos.

4 – Materiais e Métodos

Para este trabalho foram realizadas análises quantitativas e qualitativas dos elementos do clima. Somente a análise quantitativa dos elementos meteorológicos não



permite que se identifiquem os episódios que efetivamente provocaram forte impacto no espaço geográfico. Para isso foram analisados dados numéricos de precipitação pluviométrica da estação meteorológica do INMET localizada na região central de Goiânia e, em seguida, realizado um paralelo entre esses dados meteorológicos e dados de notícias em um jornal de grande circulação local, que registraram acontecimentos reais dos problemas causados por estes eventos. Esta é uma estratégia bastante eficaz para a elaboração de um procedimento que reúna diversas variáveis e, por meio dela, foi possível observar que um determinado episódio climático efetivamente provocou um impacto negativo e realizar a reconstituição dos tipos de tempo e a dinâmica dos processos que os ocasionam.

Foram calculados os totais anuais dos anos de 1996 e 2010 e foi escolhido o ano que apresentou o volume de precipitação mais alto em comparação com a maior quantidade de episódios, para se aplicar a análise rítmica. A partir da escolha desse ano, foi elaborada uma representação gráfica em nível diário dos principais elementos do clima, como precipitação, temperatura, umidade relativa, pressão e direção dos ventos. Para se descobrir quais foram os sistemas atuantes em Goiânia no período estudado, foram analisadas Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil, que podem ser obtidas no site daquele órgão. A partir desta análise foram reconstituídos os tipos de tempo atuantes no período analisado (massas de ar e sistemas frontais).

5 – Resultados e Discussão

A escolha do ano para estudo foi feita a partir da comparação do total anual de precipitação e da quantidade de eventos de alagamentos e inundações apresentada na série de 15 anos estudada. Inicialmente o mês e o ano escolhidos para a análise rítmica era março de 2005 devido ao grande volume de precipitação e à grande quantidade de notícias envolvendo alagamentos e inundações. Mas houve dificuldades para a obtenção das cartas sinóticas porque são disponibilizadas somente a partir de 2006 no site da marinha.

Neste momento foi realizada uma requisição das cartas de 2005 mas não foi obtida resposta da organização do site. Então o ano escolhido foi o de 2009, que apresentou um grande volume de precipitação e a maior quantidade de ocorrência (Figura 02).

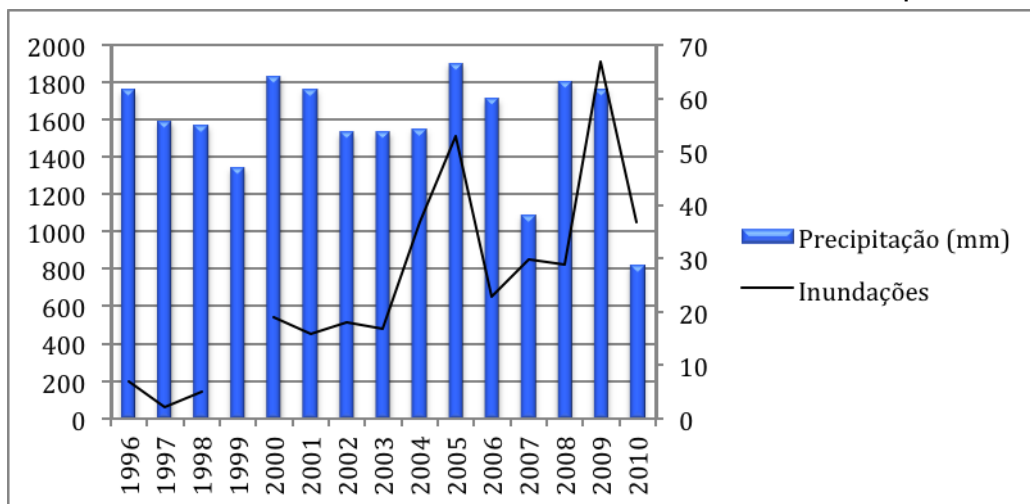


Figura 02 – Precipitação total anual X inundações e alagamentos, 1996 a 2010.

Por meio desses dados, percebe-se que o total pluviométrico anual dos anos apresentados varia muito pouco, com exceção dos anos de 2007, em que o total foi de 1095,2mm – o menor total anual encontrado, e de 2005, com a maior pluviosidade – 1906,9mm. Ao compararmos os dados de pluviosidade com os dados de alagamentos e inundações, que foram notícias na mídia pesquisada, percebemos que no ano de 1999 (ano com menor pluviosidade) não houve notícia de alagamento ou inundação. Já o ano de 2005 (ano de maior pluviosidade) apresentou um aumento na quantidade destes fatos em relação aos anos anteriores, mas foi o ano de 2009 que recebeu maior destaque quanto ao número de notícias sobre alagamentos e inundações publicadas em jornal e apresentou o maior número de registros de atendimentos da Defesa Civil.

EPISÓDIO DE 01 A 30 DE ABRIL DE 2009

Entre os dias 01 e 02, houve a presença de uma Massa Polar Atlântica (mPa) com características diferenciadas, pois já sofreu influência do continente, apresentando-se mais aquecida. Esta massa foi chamada neste trabalho de Massa Polar Atlântica Continentalizada (mPac) e atuou na região ocasionando temperaturas altas, cujas máximas atingiram mais 21°C, baixas pressões e elevada umidade relativa do ar. Nos dias 03 e 04 houve a entrada da Frente da massa Polar Atlântica (FPa), levando a precipitações que atingiram 31mm no dia 04 e aumento da umidade relativa do ar a quase 90%. Já no dia 05, a mPa começa a se modificar devido a interferência do continente com aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar.

No dia 06, pode-se notar um resquício ainda atuante da FPa, em que a mesma se dissipou mas algum reflexo dela permanece na região, sofrendo influência do continente.



Este dia apresentou chuva convectiva de quase 90mm, devido à grande presença de nuvens e a presença de duas células de baixa pressão sobre a área de estudo. No dia 07 é possível observar uma mPac, com leve precipitação de menos de 30mm. Nestes dois dias foram relatados, pela imprensa local, alagamentos e inundações em 12 bairros de Goiânia.

No dia 08, houve nova repercussão da FPa, que levou à queda na temperatura nos dias 09 e 10, chegando a 18,2°C no dia 10, aumento da pressão atmosférica e diminuição da umidade relativa do ar. A partir do dia 11, a mPa continentalizou-se, levando ao aumento da temperatura e a uma diminuição ainda maior da umidade relativa do ar, que chegou a 63%, permanecendo com essas características até dia 12.

No dia 13 percebe-se a entrada da Massa Tropical Atlântica (mTa) que levou ao aumento da temperatura e da pressão atmosférica, a umidade relativa já se elevava desde o dia 11, o que ocasionou uma leve precipitação no dia 14, que resultou em uma queda de 2°C na temperatura do ar.

Dia 15, houve uma nova repercussão da FPa, com precipitação de mais de 30mm neste dia e 23,6mm dia 16. A partir da presença da mPa sobre a área de estudo, entre os dias 16 e 21, a temperatura tem uma queda de 4°C e queda na umidade relativa do ar, chegando a 56% dia 21.

A partir do dia 23 a mPa, começa a adquirir características do continente com o aumento da temperatura, que chega a 20,7°C dia 26. Nos dias 23 e 24 apresenta chuvas convectivas, devido à presença desse tipo de nuvens. Dia 26 se inicia a entrada de uma FPa no continente sul-americano que tem repercussão na região Centro-Oeste, ocorrendo leve chuva devido a seu encontro com a massa de ar que se encontrava no continente aquecida. A partir desse dia há um queda na temperatura até dia 28, atingindo a menor temperatura deste mês, 14,9°C. Nos dois últimos dias do mês a Massa Polar sofreu interferência do continente e a temperatura e a umidade relativa do ar voltam a subir.

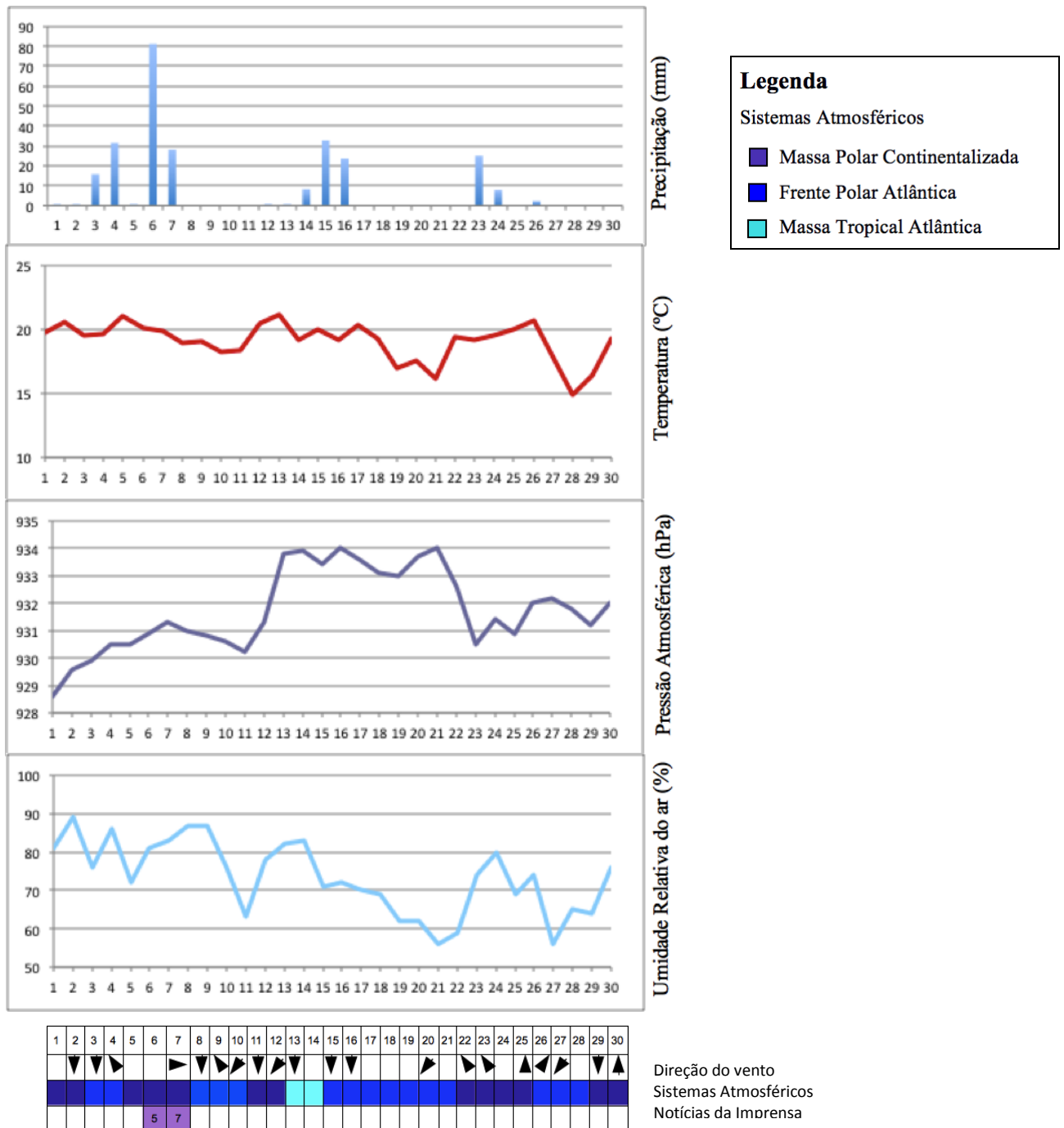


Figura 03: Gráfico de análise rítmica de março de 2005

6 – Conclusão

A análise dos eventos de precipitação elevada, juntamente com sua relação com as notícias de alagamentos e inundações veiculadas pela imprensa local, por meio da técnica da análise rítmica, demonstrou que este procedimento é uma ferramenta de estudo



que pode explicar a gênese e a dinâmica dos eventos climáticos extremos que causam impactos no espaço urbano. Para se realizar uma análise geográfica do clima, é necessário promover uma interação entre os fenômenos climáticos naturais e a sociedade. Nesta pesquisa foi possível notar que a imprensa é capaz de fornecer informações qualitativas para a análise dos episódios extremos e suas interpretações.

A análise rítmica possibilitou observar que as elevadas precipitações que resultam em alagamentos e inundações estão relacionadas à entrada da Frente Polar Atlântica e a chuvas convectivas devido ao aumento da temperatura em conjunto com a elevada umidade relativa do ar.

Percebe-se, a partir dos totais anuais de precipitação no município de Goiânia, que o volume precipitado não tem aumentado nos últimos 15 anos. Há uma variação de ano para ano, mas não um aumento significativo que justifique a evolução na quantidade de ocorrências de inundações e alagamentos.

O aumento da impermeabilização do solo e a retirada da cobertura vegetal dificulta a infiltração da água da chuva, que leva ao escoamento de um maior volume de água diretamente para o curso d'água, causando as inundações. Com o maior volume de água escoando pelas vias de circulação pública, a rede de captação de águas pluviais não é capaz de receber a quantidade de água e essa água acaba por alagar as vias.

7 – Bibliografia

- AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. São Paulo: DIFEL, 1986.
- MAIA, D. C. e PITTON, S. E. C. Impactos pluviais na área urbana de Ribeirão Preto - SP. In: ***Temas da Geografia Contemporânea***. Sílvia A. Guanieri Ortigoza, Lucia Helena de Oliveira Gerardi - Organizadoras. Rio Claro: UNESP/IGCE: AGETEO, 2009.
- MONTEIRO, C. A. de F. **Sobre um Índice de Participação das Massas de Ar e suas Possibilidades de Aplicação à Classificação Climática**. Revista Geográfica. Rio de Janeiro, v. 33, n. 61, p. 59-69, 1964.
- MONTEIRO, C.A. de F. Análise rítmica em climatologia. In: ***Climatologia***, n. 1, São Paulo, Igeog/USP, 1971.
- MONTEIRO, C. A. de F. ***Teoria e Clima Urbano***. Tese apresentada a Universidade de São Paulo. 1976.
- REGO, T. L. ***Alagamentos e Inundações em Goiânia: uma análise a partir da imprensa local e dos registros da defesa civil***. 2012. 69f. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.