



## A PARTICIPAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NA GÊNESE DAS CHUVAS EM PEDRO AFONSO E PEIXE, TOCANTINS, BRASIL

PAULO HENRIQUE PEREIRA PINTO<sup>1</sup>  
JOÃO AFONSO ZAVATTINI<sup>2</sup>  
ANDERSON CHRISTOFOLETTI<sup>3</sup>

---

**Resumo:** Este trabalho trata da gênese das chuvas no estado do Tocantins. Apresenta o índice de participação dos sistemas atmosféricos em duas localidades no Estado: Peixe (região centro-sul) e Pedro Afonso (centro-norte). Para tanto, foram utilizados dados meteorológicos de estações convencionais do INMET, imagens de satélites (GOES e METEOSAT) e cartas sinóticas. Na identificação dos tipos de tempo e sistemas atuantes, foi utilizada a técnica da Análise Rítmica aliada à inspeção visual das imagens de satélites e cartas sinóticas. Os resultados aqui alcançados permitiram verificar a influência da atuação das massas de ar (Mec, Mea, Mta e Mpv) e dos sistemas frontais na gênese das chuvas.

**Palavras-chave:** Chuva; Climatologia Geográfica; Massas de Ar; Estado do Tocantins

---

**Abstract:** This research addresses the genesis of rainfall (the arrival of rainfall) in the state of Tocantins. It reveals the participatory index of the atmospheric system in 2 localities in the state: Peixe (south-central region) and Pedro Afonso (north-central region). The study utilized meteorologic information gathered from Inmet's conventional station, satellite images (Goes and Meteosat) and synoptic charts. Rithmic Analisis along with visual inspections of satellite images and synoptic charts were the techniques used to identify the types of weather and active systems. The results achieved permitted the verification of the influence of the air masses (McE, MaE, MaT and MPo) and the frontal systems on the genesis of rainfall.

**Keywords:** rain, air masses, geographic climatology, Tocantins state.

---

### 1 – Introdução

A existência de populações humanas nas mais diversas partes do planeta é a comprovação da grande capacidade de adaptação que o ser humano possui em relação às condições do ambiente. Estas adaptações estão ligadas aos aspectos climáticos nas mais diversas escalas geográficas, pois, é o clima um dos mais importantes componentes naturais modeladores do espaço. As condições climáticas influenciam diretamente as atividades humanas, que por sua vez também podem influenciar aspectos locais do clima.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Geografia; Bolsista CAPES; UNESP/Rio Claro. paulogeographer@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Prof. Adjunto Dr.; UNESP/Rio Claro. zavattini@rc.unesp.br.

<sup>3</sup> Prof. Assistente Dr.; UNESP/Rio Claro. alhc@rc.unesp.br



Entretanto, os elementos como ar, água, alimento e abrigo, essenciais à sobrevivência, dependem inteiramente do clima. (CONTI, 1998; AYOADE, 2007).

Neste sentido, o interesse pelo conhecimento dos fenômenos atmosféricos e suas repercussões na superfície terrestre pode ser constatado desde a antiguidade. Com a evolução do conhecimento científico evoluíram também os estudos relacionados ao comportamento dos elementos climáticos sob influência dos fatores geográficos. Os estudos da gênese e da dinâmica climática proporcionam um conhecimento mais minucioso do funcionamento de alguns fenômenos climáticos e sobre a forma que estes repercutem nas atividades humanas.

As pesquisas climatológicas relacionadas a esse tema no Brasil têm como base a ampla contribuição dada por Monteiro (1962, 1964, 1969, 1971, 2000) ao vasto e complexo campo da climatologia geográfica brasileira. Entretanto, os diversos estudos que têm sido realizados nas últimas décadas no âmbito desta área de pesquisa têm se concentrado apenas em algumas das regiões brasileiras, principalmente no Sul, Sudeste e Nordeste.

A escassez de pesquisas relacionadas aos principais aspectos e elementos climáticos na região Norte no Brasil se deve, sobretudo, à baixa disponibilidade de dados climatológicos e de sua disposição espaço-temporal. Soma-se a isso a grande distância em relação aos principais centros de pesquisa no Brasil. Contudo, existem na literatura climatológica alguns estudos clássicos e outros mais recentes que podem garantir uma visão preliminar acerca dos aspectos climáticos do estado do Tocantins.

O presente estudo trata-se de uma tentativa de entendimento das características da gênese das chuvas no estado Tocantins. Para tanto, foi realizada uma análise do índice de participação dos sistemas atmosféricos na gênese pluvial durante três “anos padrão” selecionados no período de 1986 a 2005. Os quais foram 1989 (chuvoso), 1990 (seco) e 2001 (habitual). A seleção destes anos padrão foi realizada com a aplicação da Fórmula de Sturges (Gerardi 1981).

Devido à complexidade da análise foram selecionados dados de apenas duas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). São as estações situadas no tecido urbano das cidades de Pedro Afonso, que fica na porção centro-norte do estado do Tocantins, e Peixe, localizada na parte centro-sul. A seleção de tais estações ocorreu por questões de qualidade de dados e de localização geográfica em relação ao território tocantinense.

Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo principal conhecer, mesmo que de forma preliminar, as características da gênese pluvial no estado do Tocantins. Este trabalho foi redigido com base nos resultados extraídos de dissertação de mestrado, que trata da



distribuição geográfica das chuvas no estado do Tocantins, e da gênese das variações rítmicas (PINTO, 2013).

### 1.1 - Climatologia Geográfica – concepções teóricas

A reformulação do conceito de clima proposta por Sorre (1951), segundo a qual este é constituído pela série de estados atmosféricos acima de um lugar, em sua sucessão habitual conferiu um aspecto mais dinâmico aos estudos realizados no âmbito da climatologia geográfica. Esta concepção surgiu com base na meteorologia dinâmica, que analisa o complexo atmosférico a partir das massas de ar e dos sistemas gerados por seus conflitos (MONTEIRO, 1961).

A partir dessa nova concepção de clima e da revisão dos estudos de Pedelaborde, Monteiro (1961) ressalta a necessidade dos estudos de caráter genético, ou seja, com base na análise dos sistemas atmosféricos, renunciando ao caráter puramente descritivo. No esforço de operacionalizar os estudos genéticos e dinâmicos em Climatologia, Monteiro (1971) propõe a técnica da análise rítmica.

Em sua grande colaboração para as pesquisas de classificação climática, Monteiro (1962) destaca a necessidade do caráter genético para a compreensão dos climas regionais, assim como para a distinção dos climas locais. Este autor nos alerta para a observância das escalas geográficas do clima na realização desses estudos, sendo que para ele “se a escala zonal generaliza, pelas leis da latitude sobre a radiação [...] e a escala local diversifica e multiplica [...] a escala regional lhes dará a verdadeira unidade geográfica.” (MONTEIRO 1964, p. 61).

Conforme Monteiro (1971), para proceder à abordagem dinâmica, é preciso renunciar à utilização de dados médios, pois estes mascaram os valores máximos e mínimos, assim como aqueles episódios menos esperados que ocorrem conforme um ritmo próprio. Este autor também ressalta a importância de se utilizar a escala regional como ponto de partida da análise, pois “o prévio estudo da circulação atmosférica regional a qual, sob a influência dos fatores geográficos dentro da região, vai possibilitar a definição dos climas locais” (*op. cit.*, p. 30).

Estas contribuições aos estudos no âmbito da Climatologia Geográfica representam um grande esforço no conhecimento e classificação dos climas e também para a melhoria da qualidade de vida da população, como forma de contribuição ao planejamento urbano e regional. Monteiro (1971), ao realizar um estudo sobre os problemas da realidade climática no estado de São Paulo, comenta que as irregularidades climáticas outrora atribuídas à



região Nordeste do Brasil ocorrem em distintas regiões do país e repercutem sensivelmente nas atividades humanas.

Os desdobramentos e aplicações do método genético e dinâmico de Monteiro podem ser vistos em inúmeros trabalhos com foco em diferentes regiões do país e em temas diversos. Contudo, poucos foram os estudos feitos na Região Norte e, em especial no estado do Tocantins, onde figura apenas um estudo presente na tese de Fonzar (1990), que trata dos campos de pressão da América do Sul e sua atuação na caracterização dos climas do cerrado do Centro-Oeste do Brasil (ZAVATTINI, 2004). Também seguem esta perspectiva os trabalhos já mencionados aqui em desenvolvimento no âmbito da Universidade Federal do Tocantins e da Universidade Estadual Paulista.

## **2. Materiais e Métodos**

Os dados meteorológicos utilizados nesta pesquisa foram coletados por estações meteorológicas convencionais do INMET. Devido à complexidade da análise aplicada aos dados foram utilizados dados de em duas estações localizadas nos municípios de Peixe (TO) e Pedro Afonso (TO). A seleção das duas localidades se deu em observância à qualidade dos dados e também pela sua distribuição espacial das estações, pois localizam-se no centro-sul e centro-norte do Estado, respectivamente.

Esses dados foram organizados em gráficos de Análise Rítmica (Monteiro 1971), técnica na qual se procede à análise concomitante dos elementos atmosféricos (temperatura, chuva, pressão, nebulosidade, velocidade e direção dos ventos) em escala diária. Esta análise foi realizada para cada um dos “anos padrão” (seco, habitual e chuvoso) e permitiu o conhecimento dos tipos de tempo e dos sistemas atuantes para ambas as localidades. Os anos padrão foram escolhidos a partir da aplicação da fórmula de Sturges (Gerard 1981).

A identificação dos sistemas atmosféricos foi realizada por meio da análise visual de imagens dos satélites meteorológicos GOES e METEOSAT, disponíveis site do NOAA. Como também das cartas sinóticas disponibilizadas pela Diretoria de Hidrografia da Marinha do Brasil.

## **3. Resultados e discussão**

Os resultados foram organizados em gráficos, que permitiram verificar que, o início do ano de 1989, foi marcado pela forte participação da Mta na gênese das chuvas. No caso



de Peixe (Figura 01 e 01-A), neste período o sistema que fica em segundo plano na gênese das chuvas é a Mec, em Pedro Afonso (Figura 02 e 02-A), ela divide espaço com a Mea.

Durante o outono-inverno, período do ano em que os valores de chuva são reduzidos, em Peixe a atuação é predominante por parte da Mta, sendo seguida da Mpv e dos sistemas Frontais<sup>4</sup>. A atuação dos sistemas equatoriais ocorre, mas é ínfima e pouca chuva é gerada durante a atuação dos sistemas dominantes supracitados. Em Pedro Afonso, o período com baixos valores de chuva é mais curto (3 meses), e apresenta forte atuação da Mta, que é responsável por toda a chuva deste período (Figuras: 01, 01-A, 02 e 02-A).

Figura 01:

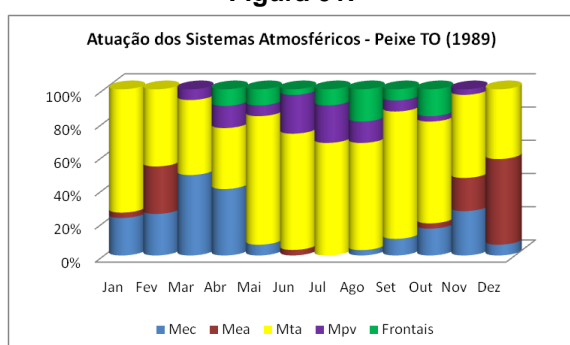


Figura 01-A:

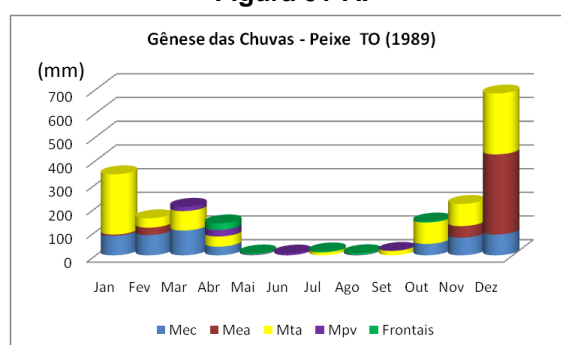


Figura 02:

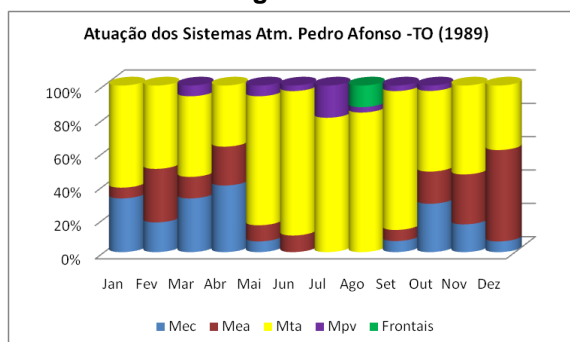
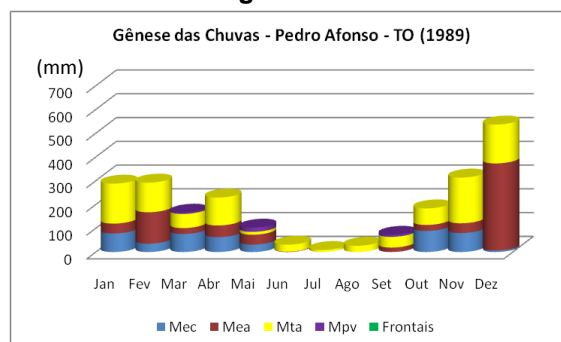


Figura 02-A:



Fonte de dados: INMET/NOAA - Elaborado pelo autor

Este ano de padrão chuvoso, apresentou expressivos valores de chuva no mês de dezembro, que foi marcado pela forte atuação da Mea (Massa Equatorial Atlântica), Mta (Massa Tropical Atlântica) e em menor escala da Mpv (Massa Polar Velha) Esta situação ocorreu nas duas localidades estudadas. Os meses de novembro e dezembro também

<sup>4</sup> Para facilitar a representação da participação dos sistemas de origem Polar foram aglutinados os dados referentes à atuação da Frente Polar Atlântica (Fpa), da Frente Polar Atlântica em Dissipação (Fpa-Dis) e da Repercussão da Frente Polar Atlântica (Fpa-Rep), e denominados de sistemas Frontais.



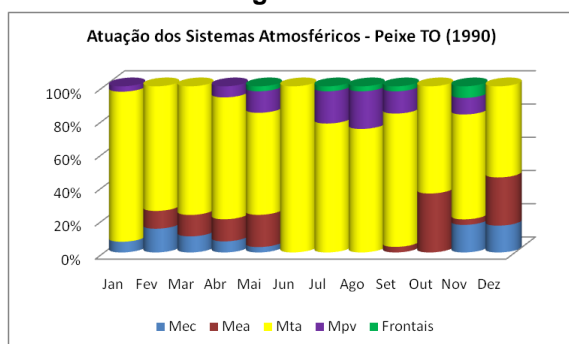
tiveram consideráveis totais de chuva e atuação da Mec (Massa Equatorial Continental) revelou-se pouco mais freqüente que em dezembro. Setembro é o mês que marca a retomada das chuvas e a atuação dos sistemas equatoriais (Figuras: 01, 01-A, 02 e 02-A).

No quadro geral do ano de 1989, a participação da Mta deve ser destacada devido à sua contribuição para a gênese das chuvas, e também quanto à sua atuação durante o ano todo. Já a Mea (Massa Equatorial Atlântica) também teve grande contribuição que se destaca, sobretudo durante o verão. O período de outono-inverno é claramente verificado como época de escassez de chuvas. No ano de 1989, notou-se que durante este período a atuação mais expressiva é da Mta nas duas localidades. Neste período, em segundo lugar está a Mpv (Massa Polar Velha), que atua mais em Peixe, localizada no centro-sul do Estado (Figuras 1 e 1-A). No caso da cidade de Pedro Afonso, no entanto, a Mea supera a atuação da Mpv, provavelmente devido à latitude da área (Figuras 2 e 2-A).

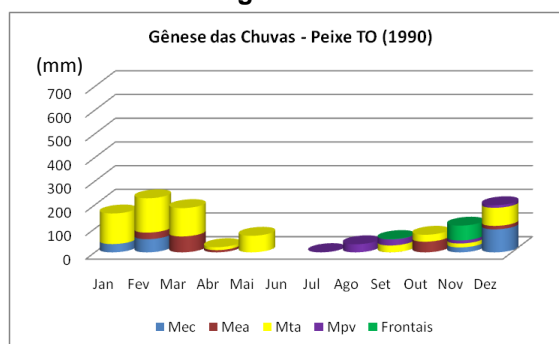
Durante o ano de 1990, a Mta teve atuação predominante nas duas localidades. No verão, em Peixe a Mec, apesar de ter maior participação neste período, atuou pouco em relação à Mta e à Mea (Figuras: 3; 3-A). O mesmo ocorreu com a gênese das chuvas, que teve maior participação da Mta e em menor proporção dos sistemas equatoriais. Já durante o outono-inverno de 1990, a maior atuação da Mta permaneceu predominante. Neste período houve algumas incursões de sistemas frontais, que geraram chuvas nas duas localidades. No entanto, houve maior volume de chuva durante a atuação da Mta em Peixe, e da Mta, Mec e Mea em Pedro Afonso (Figuras: 4 e 4-A). O total de chuvas registrado em Peixe foi de 1148,8 mm e 1034,4 mm para Pedro Afonso (Figura 08).



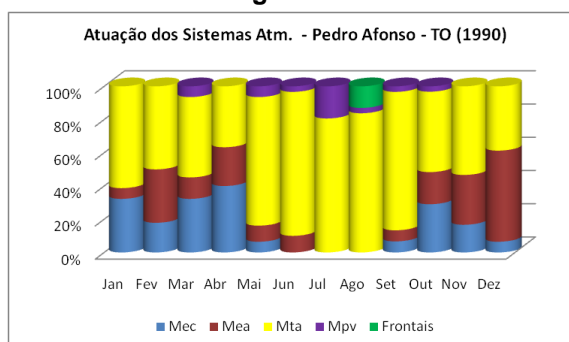
**Figura 03:**



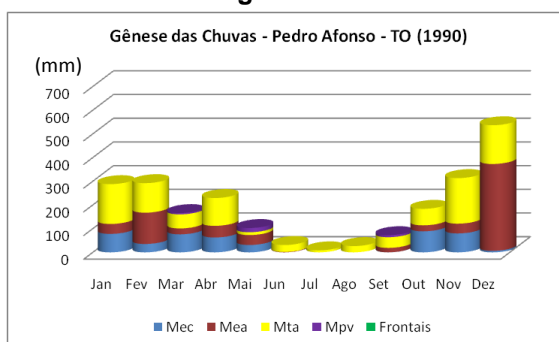
**Figura 03-A:**



**Figura 04:**



**Figura 04-A:**



**Fonte de dados:** INMET/NOAA - Elaborado pelo autor

Durante o ano de 2001, considerado habitual, notou-se que, durante os períodos chuvosos (verão e primavera), houve atuação principalmente a Mta, seguida da Mec, tanto para Peixe (Figuras 05 e 05-A), quanto para Pedro Afonso (Figuras 06 e 06-A). Contudo, em Pedro Afonso houve atuação significativa da Mea. A maior parte das chuvas neste período precipitaram durante a atuação da Mta. Em Peixe houve participação bem distribuída entre os sistemas equatoriais (Figuras 05 e 05-A). Já em Pedro Afonso, a Mea contribui com valores de chuva superiores àqueles gerados pela Mta, e a participação da Mec ficou em terceiro plano (Figuras 06 e 06-A).

Durante o outono-inverno de 2001, em Peixe a atuação principal foi da Mta, seguida da Mec, Mpv e a Mea, que teve pouca atuação; também foram registradas raras incursões dos sistemas Frontais (Figuras 05 e 05-A). Em Pedro Afonso a Mta também foi o sistema mais atuante, os sistemas equatoriais tiveram atuação bem parecida (Figuras 06 e 06-A). Estes sistemas foram os principais geradores de chuva em Pedro Afonso, mas em Peixe a Mea não gerou chuva (Figuras 05 e 05-A). Os valores verificados nesta localidade, durante o outono-inverno foram registrados principalmente durante a atuação da Mta, da Mec e dos sistemas frontais (Figuras 05, 05-A, 06 e 06-A).



Figura 05:

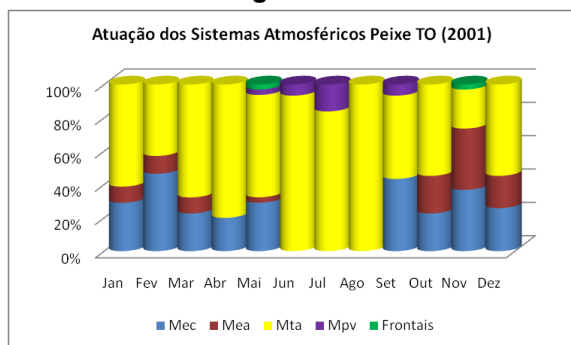


Figura 05-A:

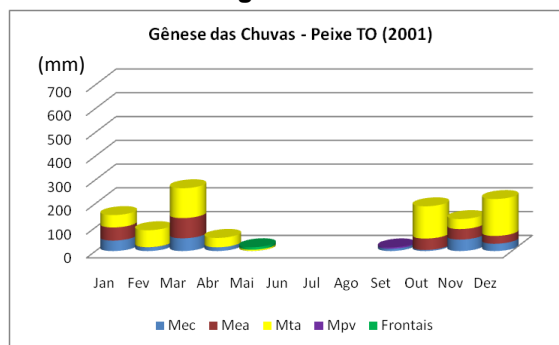


Figura 06:

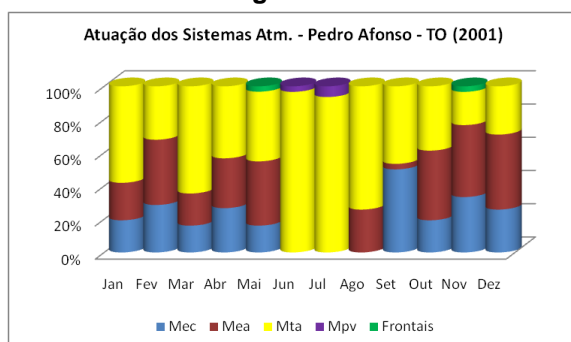
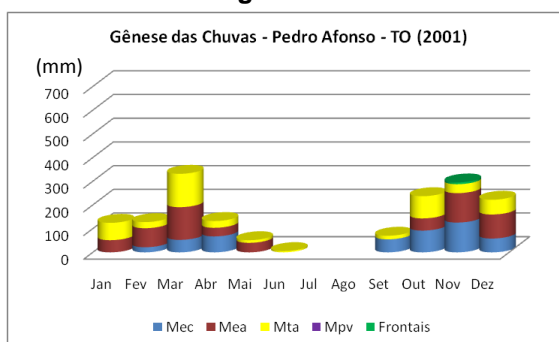


Figura 06-A:



Fonte de dados: INMET/NOAA - Elaborado pelo autor

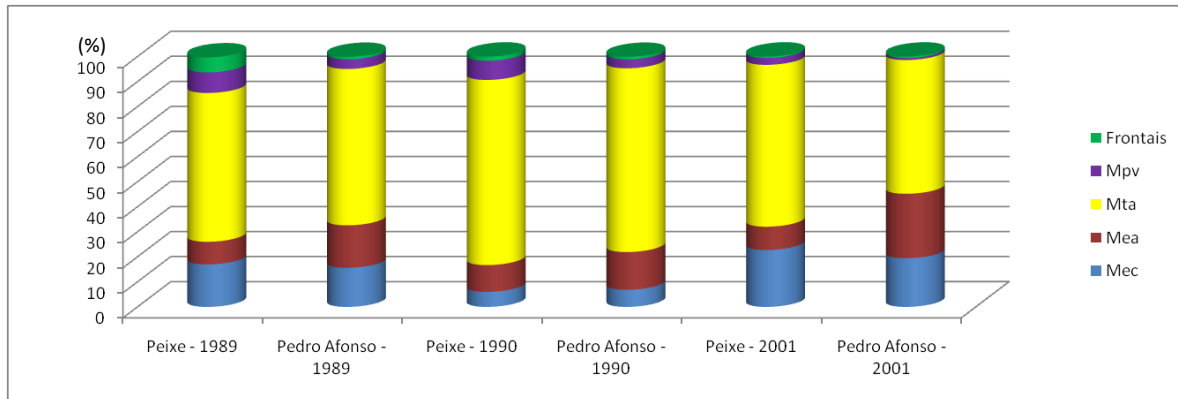
Para melhor compreender a participação anual dos sistemas atmosféricos, buscou-se realizar uma representação da atuação dos mesmos e verificar sua contribuição na gênese das chuvas para as duas localidades nos episódios selecionados (anos padrão: chuvoso, seco e habitual). Como resultado teve-se as figuras: 07 e 08. A observação das mesmas permite verificar que a Mta é sistema predominante nas duas localidades, e no ano de padrão seco (1990) sua atuação foi ainda mais marcante.

Como já verificado nos gráficos mensais a atuação dos sistemas equatoriais é notável e há uma diferença nesse aspecto entre Peixe e Pedro Afonso. Pois, na primeira cidade localizada no centro-sul do Tocantins, é marcante a atuação da Mec, já em Pedro Afonso, no centro-norte do Estado, a atuação da Mea é mais freqüente. Esta situação é evidenciada no ano habitual (2001) para esta localidade (Figuras 07 e 08).

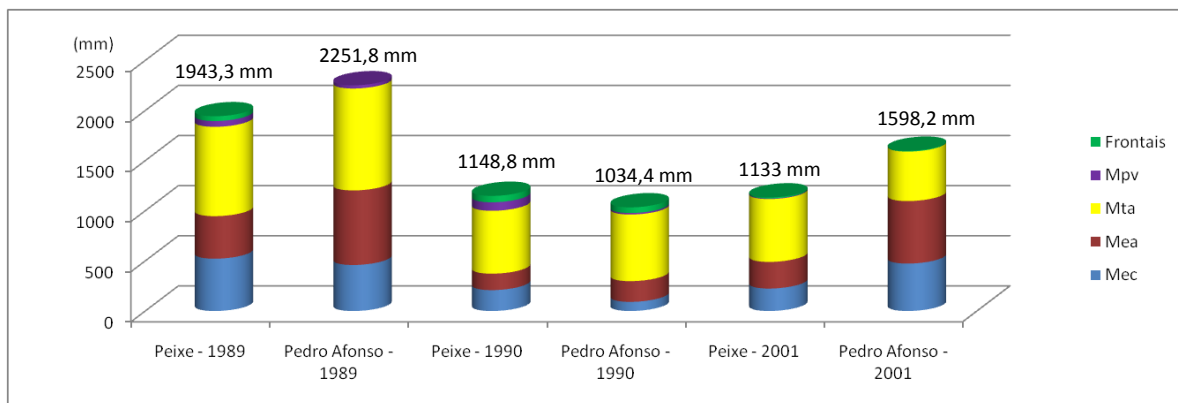




**Figura 07: Percentual da atuação mensal dos sistemas atmosféricos durante os anos padrão**



**Figura 08: Gênese das chuvas durante os Anos Padrão**



**Fonte de dados:** INMET/NOAA - Elaborado pelo autor

Durante o ano habitual (2001), nota-se que em Peixe a Mta domina tanto na atuação quanto na geração de chuvas. A Mea tem contribuição nas chuvas quase que proporcional à sua atuação e a Mec possui pequena partição na gênese das chuvas em relação à sua atuação neste ano. A participação dos sistemas frontais é pequena. No caso de Pedro Afonso, a gênese das chuvas foi bem dividida entre os três sistemas que mais atuaram (Mta, Mea, Mec). Novamente a Mta revelou ter maior atuação em relação aos outros sistemas e a Mea reafirmou sua maior atuação também na porção centro-norte do Estado (Figuras 07 e 08).

#### 4. Considerações Finais

Os resultados aqui apresentados evidenciam a relevante atuação da Mta e de sua participação na gênese das chuvas. Esse sistema atua o ano todo e gera parte considerável



das chuvas. Isso ocorre tanto no centro-sul (Peixe), quanto no centro-norte (Pedro Afonso) do estado Tocantins. Em segundo plano ficam os sistemas equatoriais. Sobre a dinâmica destes, pode-se notar que, a Mea atua com maior frequência na parte centro-norte e a Mec atua nas duas localidades analisadas, principalmente durante o verão e a primavera. Devido à latitude e ao relevo os sistemas frontais apresentam poucas incursões e sua participação na gênese das chuvas deve ser melhor estudada.

Os resultados aqui alcançados, ainda que preliminares, fornecem informações relevantes sobre a dinâmica e atuação das massas de ar e da gênese das chuvas no território do estado do Tocantins. Para se alcançar um entendimento mais completo da dinâmica atmosférica do estado do Tocantins, esta análise deveria ser aplicada para os dados das várias estações, contudo a localização geográfica das duas estações selecionadas para esta pesquisa já permite uma ampla constatação da dinâmica climática.

Apesar dessa recomendação sabe-se que um dos maiores obstáculos de se trabalhar com a “Análise Rítmica” é a enorme quantidade de dados necessários para a pesquisa. Esses dados diários dos vários elementos climáticos, imagens de satélite e cartas sinóticas precisam ser consistentes, apresentando uma série temporal com qualidade satisfatória de pelo menos dez anos, fato que dificilmente ocorre.

Outro desafio, que é um aspecto não tão particular da área de pesquisa (o estado do Tocantins), é a identificação dos sistemas atmosféricos. Pois, a mesma localiza-se em uma região onde se encontram massas de ar com características parecidas, resultando na baixa frequência da ocorrência de sistemas frontais bem definidos. Este aspecto dificulta compreensão dos limites de atuação de cada sistema.

Considerando os desafios apresentados aqui, já conhecidos por aqueles que trabalham dentro da perspectiva da Climatologia Geográfica, vale ressaltar a necessidade de uma reflexão acerca dos caminhos da utilização da técnica da Análise Rítmica em relação à sua aplicação, que é realizada e forma digital, porém desatualizada, levado em conta o cenário atual de desenvolvimento das geotecnologias.

## 5. Referências Bibliográficas

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- CONTI, José Bueno. **Clima e Meio Ambiente**. Scarlato. – São Paulo: Atual, 1998.
- GERARDI, L. H. **Quantificação em Geografia**. São Paulo: DIFEL, 1981



MONTEIRO, C. A. F. Da Necessidade de um Caráter Genético à Classificação Climática: algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional. **Revista Geográfica**, 57, Instituto Pan-Americano de Geografia e História, 1962.

MONTEIRO, C. A. F. Sobre um Índice de Participação das Massas de Ar e suas Possibilidades de Aplicação à Classificação Climática. **Revista Geográfica**, 61, Instituto Pan-Americano de Geografia e História, 1964.

MONTEIRO, C. A. F. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada suloriental do Brasil**. São Paulo: USP-IG, 1969.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise Rítmica em Climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de Trabalho**. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo – estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia, 1973. 129 p.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo**. Rio Claro: UNESP, IGCE, Ageteo, Rio Claro, 2000. CD-ROM.

PINTO, P. H. P. **As chuvas no estado do Tocantins: distribuição geográfica e gênese das variações rítmicas**. 2013, 187 f., Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Ciências Exatas, Rio Claro, 2013

SORRE, Max. **Lês Fondements de La Géographie Humaine**. Tome: I: Les fondements biologiques. Essai d'ne écologie de l'home. Livre I: Lê climat et l'home. Chp I<sup>er</sup> Le Climat Paris, Librairie Armand Colin, 1951. (p. 13 – 43).

ZAVATTINI, João Afonso. **Estudos de Clima no Brasil**. Campinas – SP: Alínea, 2004.