

# MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DE NUVENS NA CIDADE DE ALAGOINHAS ASSOCIADOS A OCORRÊNCIA DE CHUVA A PARTIR DA PASSAGEM DE UMA FRENTE FRIA.

H. F. Oliveira<sup>1</sup>, F. A. Paim<sup>2</sup>, A. M. Oliveira<sup>3</sup>.

<sup>1,2,3</sup>Universidade do Estado da Bahia – UNEB Brasil

Comissão V Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário Clima, atmosfera e estudos climáticos.

## RESUMO

Este trabalho teve com objetivo mapear as nuvens formada pela passagem de uma frente fria no município de Alagoinhas. Os registros das nuvens foram feitos de duas maneiras: através de fotografias em solo, em um ponto e horário específicos associado a imagens classificadas dos satélites GOES 13, correlacionando com a ocorrência de chuvas nesta localidade. Foi possível verificar que com a passagem da frente fria em um curto período de tempo formou-se diversas nuvens de chuva provocando o cumulado pluviométrico de 25% para o mês em questão.

Palavras chave: Nuvem, Chuva, Mapeamento

## ABSTRACT

This paper aimed to map the clouds formed by the passage of a cold front in the municipality of Alagoinhas. Cloud recording was done in two ways: through soil photographs at a specific point and time associated with GOES 13 satellite images, correlating with the occurrence of rainfall in this locality. It was possible to verify that with the passage of the cold front in a short period of time formed several clouds of rain provoking the accumulated pluviométrico of 25% for the month in question.

Keywords: Cloud, Rain, Mapping.

### 1- INTRODUÇÃO.

Enteder a dinâmica do movimento turbulento dos gases é muito difícil, devido a complexidade das variáveis relacionadas. As nuvens possuem dinâmica similar ao dos gases (AYOADE, 1996). A sua forma abstrata é motivo de admiração, pois em muitos casos lembra formas conhecidas pela população, contudo as nuvens estão diretamente ligadas à ocorrência de chuva.

Pelos formatos, cores, dentre outras características que as nuvens apresentam, é possível ter uma previsão do que poderá acontecer com o tempo do local num curto período de tempo (VIANA, 2005).

O estudo das nuvens é importante no aspecto da observação do Tempo, no âmbito da climatologia é uma ferramenta usada de maneira distinta. Os detalhes em cada observação são importantes para que não fuja da realidade apresentada por cada nuvem. A nuvem pode se apresentar de formas diferentes demonstrando características ambientais tendenciosas para cada região do espaço geográfico em que se forma. O entendimento desse fenômeno pode contribuir para situações cotidianas além de fortalecer o desenvolvimento das ciências atmosféricas.

Pode-se entender nuvem como um conjunto de gotículas de água, (no formato de vapor de água condensado) ou gelo. Suas características diversas podem expressar diferentes significados e acontecimentos temporários, quanto mais escura uma nuvem se encontra, mais carregada a mesma está. Suas formas e especificações variam com a velocidade do vento e a quantidade de água que possuem (VARJÃO-SILVA, 2006).

Com base nessas informações, este trabalho identificou e mapeou as nuvens a partir do solo (altitude de aproximadamente 150 metros, associado ao mapeamento classificação das nuvens disponibilizadas pelo INEMET através do satélite GOES 13 além de associar estas imagens com a ocorrência de pluviosidade, entre outras variáveis climáticas).

#### 1.1 ÁREA DE ESTUDO.

Situado no Território de identidade Agreste de Alagoinhas/Litoral Norte, o município de Alagoinhas encontra-se no retângulo envolvente Y<sub>1</sub> 11903 X<sub>1</sub> 38570 Y<sub>2</sub> 12282 X<sub>2</sub> 38258, limitando-se ao norte com Inhambupe, a oeste com Aramari, ao sul com Teodoro Sampaio e Catu, a leste com Araçás e Entre Rios, distante 80 km de Salvador (Fig. 01).

## Mapa de Localização - Alagoins

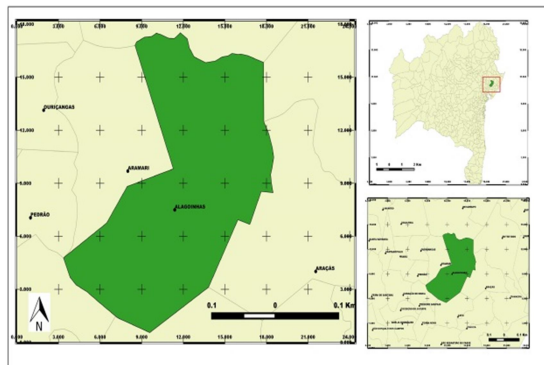


Fig. 01. Mapa de localização de Alagoins.  
Sistema de projeção WGS 84 fuso 24S

Sua população estimada em 2016 é de 155.362 habitantes com área territorial de 707 380 km<sup>2</sup> gerando uma densidade demográfica de 188,9 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2017).

## 2. CONCEPÇÃO TEÓRICA

### 2.2 CLIMA DE ALAGOINS

Alagoins faz parte da região litorânea do nordeste do Brasil. Esta tem índices máximos pluviométricos no primeiro semestre do ano, o sistema atmosférico mais importante para esta região é a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT. Esse sistema atmosférico, no verão e outono, atinge sua posição mais sul, o mesmo contribui para a incidência da estação chuvosa na região. As estações restantes se concretizam com a ZCIT migrando para o norte. Na região, ao decorrer do ano, ocorre um forte aquecimento radiativo da superfície e isso favorece a convecção, e, conseqüentemente, a formação de Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM) tropicais, que são sistemas que causam chuvas intensas. (REBOITA. et al, 2012).

### 2.3 FRENTE FRIA

As depressões frontais formam-se exclusivamente onde as massas de ar de propriedades diferentes existem para estimular a formação ou intensificação das frentes, chamada de frontogênese. Frentes são zonas-limites que segregam massas de ar de propriedades distintas. Uma massa de ar é um corpo de ar que se desloca pela atmosfera, sendo que tal pode ter origem tropical ou polar. As massas de ar se originam em áreas onde as condições contribuam para o seu desenvolvimento, formando corpos de ar horizontais e uniformes. Nestas áreas ocorre estagnação da circulação atmosférica suficiente para permitir que a massa de ar adquirida à umidade e propriedades térmicas da superfície (Ayoade, 1996). Um frente é formada a partir do deslocamento de uma massa de ar em direção à outra, definida pela zona de transição ou descontinuidade entre massas de ar de características distintas. A frente fria é definida quanto

no encontro dessas massas de ar, a mais fria avança sobre a mais aquecida, colocando-se na sua dianteira a frente fria. Costuma ser identificada no encontro de uma massa de ar polar sobre uma massa de ar tropical. (AYOADE, 1996 VARJÃO –SILVA, 2006).

### 2.2. NUVENS

Nuvem é um conjunto de gotículas de água, (no formato de vapor de água condensado) ou gelo. Suas características diversas podem expressar diferentes significados e acontecimentos temporários, quanto mais escura uma nuvem se encontra, mais carregada a mesma está. Suas formas e especificações variam com a velocidade do vento e a quantidade de água que possuem. (MARTINS et al, 2006).

A formação das nuvens ocorre da vaporização da água que pode se encontrar em rios, lagos, mares e até no corpo humano, esse fenômeno é o principal fator para a formação destas. Existem vários processos de formação das nuvens, depende de fatores como altura da nuvem, temperatura do ambiente em questão, quanto maior a altura, menor a temperatura, quando a formação ocorre numa altura maior em relação ao solo, são chamadas de nuvens, quando ocorre numa altura próxima do solo denomina-se nevoeiro ou neblina (PEREIRA et al, 2006). Todavia a formação de nuvens estudada neste trabalho se constituiu através da passagem de uma frente fria, onde o ar frio sobrepõe ao ar quente.

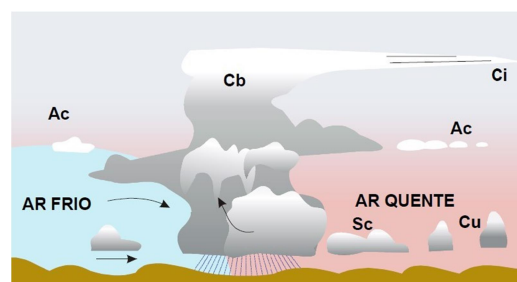


Fig. 02. Modelo de passagem de uma frente fria e os tipos de nuvem formadas.

formando diversas nuvens características Fig. 02, são elas Altos-cúmulos, cúmulos-nibos, cirros, auto estratus e cirrus-estratus. A cor branca das nuvens é proveniente da grande quantidade de cristais de gelo e gotículas de água no interior da nuvem, logo estes tem a capacidade de decompor a luz solar, e a soma de todas essas cores emite o branco para nossos globos oculares (ECHER et al, 2006). A chuva trata da precipitação dessas partículas de água e cristais de gelo presentes nas nuvens, quando estas atingem uma altitude elevadas, diminuindo assim a temperatura, originando as chuvas (MARTINS et al, 2006). Existem vários tipos de nuvens, segundo a Classificação Internacional das Nuvens pela WMO, existem dez gêneros diferentes de nuvens, e cada tipo de nuvem só pode pertencer a um determinado gênero (SANTOS 2015).

## 3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

### 3.1. MATERIAIS.

Para a confecção deste trabalho foram necessárias uma serie de equipamentos, contudo buscou-se realizar o trabalho com baixo custo, pois está pesquisa não foi financiada por nenhum órgão publico ou privado. Fora necessário os seguintes materiais: 1 Câmera Fotográfica (“Iphone5s, megapixel-8Mp, resolução 3264x2448 pixel, tamanho do sensor 1/3” aperture size F2, 2, estabilização digital, autofocus, foco por toque, flash dual led, HDR, localização, (APPLE, 2017) 1 Computador (Inspiron 15-5557. Processador 6ª geração do Intel Core i3 ULV. Slot Dois slots SODIMM Tipo Dual-channel DDR3L Velocidade 1600 MHz) (DELL, 2015) Serie histórica das imagens do Satélite GOES 13 (Imagens classificadas) dados pluviométrico da estação climatológica INEMET 83449.

### 3.2. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.

#### 3.3.1. TOMADA FOTOGRAFICA

A frente fria chegou ao município de Alagoinhas no dia 05/07/2017 no período matutino se dissipando no dia 10/07/2017 pela manhã, contudo por opção técnica as tomadas fotográficas foram realizadas sempre em torno das 15 horas nos cinco dias. Esta opção de horário foi importante, pois a aquisição das imagens do satélite GOES 13, sempre está disponível em horário específicos (as 15h é uma desta), com isso evita-se a incompatibilidade entre imagem de satélite e tomada fotográfica.

As fotografias das nuvens foram tiradas a cerca de 150 metros de altitude registrando de forma panorâmica a disposição das nuvens na região, em seguida foi comparado com a classificação de nuvens adotadas pelo satélite GOES 13, e com as imagens de vapor d’água e índice pluviométrico do período. De modo que se buscou correlacionar a pluviosidade com o tipo de nuvem formada pela passagem da frente fria.

#### 3.3.2 SATÉLITE GOES-13

A rede de satélite GOES se iniciou na década de 70, após o lançamento de dois satélites experimentais (SMS-1 e SMS-2) desde então já foram colocado em orbita 13 satélites, porém na atualidade apenas 4 satélites estão em atividades (EMBRAPA, 2012 XAVIER, et. al. 2012).

Esta rede satélite é controlada pela NASA sendo operada pela National Oceanica and Atmospheric Admnistration – NOAA. As imagens são transmitidas pelos satélites fornecem poderosas informações para análise climatológica, suas bandas obtêm informações além do visível, 5 bandas espectrais, sendo que as imagens são entregues a cada 30 minutos (XAVIER, et. al. 2012).

Segundo Xavier, et. al. (2012) este satélite são geoestacionários, pois sua orbita acompanha o movimento de rotação da Terra, pois sua velocidade angular é semelhante ao movimento que a Terra executa em torno do seu eixo. O Satélite GOES 13 está

posicionado a 105° W orbita equatorial, está em operação para obter imagens quando necessário.

Os sensores Imager Radiometer e Vertical Sounder encontram-se disponível desde GOES-8. Esta sonda obtém dados sobre atmosfera em sua estrutura vertical, como temperatura, temperatura do topo das nuvens, distribuição de ozônio, entre outros. O radiômetro imageador captam 5 faixas do espectro eletromagnético (EMBRAPA, 2012).

Uma banda do visível com comprimento de onda entre 0,55µm a 0,75µm e resolução espacial de 1 km, obtendo informações a partir da refletância dos alvos, logo sua operação está limitada ao período diurno. Está banda é fundamental na detecção de nuvens, nevoeiros, corpos de gelo nos oceanos e poluentes atmosférico (EMBRAPA, 2012).

Três canais no infravermelho sendo 1 no infravermelho próximo com comprimento de onda entre 3,8µm a 4µm e duas no infravermelho IR<sub>1</sub> 10,2µm a 11,2µm e IR<sub>2</sub> 11,5µm a 12,5µm ambas com resolução espacial de 4 km captando as energias produzida, pela energia radiante dos alvos, em direção a atmosfera, possibilitando a captação das imagens no período noturno. Assim é possível captar a temperatura da Terra, e dos oceanos (EMBRAPA, 2012).

A banda vapor de água com resolução espacial de 8 km e comprimento de onde entre 6,7µm a 7µm é capaz de identificar o vapor da água presente nas camadas da atmosfera (EMBRAPA, 2012).

## 4. ANÁLISE DE REULTADOS

### 4.1. NUVENS IDENTIFICADAS

A figura 03 é uma foto do tipo de nuvem identificada no dia 05/07 às 15h, predominando na imagem o tipo cúmulos. Seu nome tem origem latina, com o significado “acumular”. No menor tamanho possível de se apresentar, é chamada de “humilis”. A forma mediana é chamada de “mediocris”, do latim “médio” e na sua forma mais desenvolvida recebe o nome de “congestus”, do latim “congestionado, convulsionado”.



Fig. 03. Formação das primeiras nuvens.

Quando se apresentam em forma de fiapos são chamadas de “fractus”. A única que pode apresentar precipitação é a do tipo “congestus”. A nuvem do registro especificamente é do tipo cúmulos congestus, esta sendo de nível médio. (VIANA, 2005)

A imagem 04 foi registrada no dia 06/07 no momento de observação para que fosse identificado o tipo de nuvem predominante, foi o tipo Estratus, que

tem características de camada homogênea. Quando esta se encontra próxima ao solo, passa a ser chamada.



Fig. 04. Nuvens identificadas no segundo plano.

de nevoeiro ou neblina. Sua precipitação característica é o chuvisco. Ao passar na frente do disco solar ou lunar, o contorno circular dos astros podem ser vistos nitidamente. (VIANA, 2005).

Na imagem 05 registrada no dia 07/07 às 15:45 identificou-se pouca nebulosidade, uma pequena porção que por suas características se encaixam no perfil de nuvem do tipo Cúmulos, isoladas e com forma bem definida, por vezes de aspecto cinzento formado por gotículas de água na sua parte mais alta. (VIANA, 2005)



Fig. 5 Predominância de nuvens do tipo estratus.

Na imagem 06 registrada no dia 08/07 às 15:29h foi encontrada um caso diferente dos dias anteriores, embora o tipo de nuvem se repete (Cúmulos), a mesma encontra-se espalhada no horizonte. (VIANA, 2005)



Fig. 06. Presença de nuvens do tipo Cúmulos.

A figura 07 registrada no dia 09/07 às 15:17h, o horizonte apresenta quase sem nuvem, porém as poucas encontradas são do tipo Cirrostratus. Este com aparência de um véu transparente deixando o céu com aspecto leitoso (VIANA, 2005). Constituída por cristais de gelo. É notada principalmente quando temos o fenômeno do halo, que é um círculo completo ou parcial, tendo o sol ou a lua no centro (VIANA, 2005). A figura 08 foi registrada no dia 10/07 às 15:00h, encontra-se um grande volume de nuvem do lado esquerdo da imagem, e pouco registro de nuvens do lado oposto. Trata-se da nuvem do tipo Cúmulos congestus, classificação adotada para nuvem Cúmulos de grande porte. (VIANA, 2005)



Fig. 07. Nuvens cirrus estratus em Alagoinhas.



Fig. 08. Nuvens Cumulus Congestus em Alagoinhas.

Mapear nuvens trata-se de um processo complexo devido à característica turbulenta que os gases são submetidos na atmosfera, sendo que as nuvens são vapor d'água cujo comportamento é similar ao dos gases (AYOADE, 1996). Além disso, as nuvens são a materialização dinâmica do tempo, sendo este o estado médio da atmosfera (AYOADE, 1996). Logo, o caráter dinâmico, turbulento do mesmo dificulta o seu mapeamento, com objetivo de reduzir esses problemas os institutos de pesquisas atmosféricas costumam trabalhar com nuvem a partir de imagens de satélites classificadas, cuja altitude das nuvens indicará o tipo da mesma. Pode-se interpretar essa classificação como modelagem dinâmica de uma fração do tempo (atmosférico) em função do tempo cronológico, sendo que o desdobramento dessas nuvens cominará em resultados de ocorrência ou não de chuva. A fig. 09 faz uma sequência das imagens de satélites GOES 13 classificadas em função dos tipos de nuvens, na sequência dos dias entre 05/06 a 10/06/2017 este período coincide com a chegada de uma frente fria.

É possível inferir que no início começa a formação da nebulosidade entre a passagem de nuvens do tipo cúmulos e fractos registrando as primeiras chuvas no dia, mas ainda com abertura de sol, esta ocorrência temporal segue por dois dias, terceiro dia há a predominância dos Cúmulos fechando o tempo por quase o dia inteiro, provocando bastante chuva. No quarto dia há alternância das nuvens cúmulos e estratus, provocando períodos de nebulosidade e ocorrência de chuva localizada e sol. No quinto dia a frente fria perde força trazendo sol e as nuvens, poucas verificadas, são do tipo cirrostratus. Contudo, no sexto dia, com a chegada de uma nova frente fria trás nova concentração de nebulosidade, nuvens do tipo cúmulos e instabilidade atmosférica. Esta sequência pode ser verificada na fig. 09. Através da fig. 09 é possível identificar que a partir da passagem da frente fria há a predominância das Nuvens do tipo cúmulos estratos e poucas do tipo cirros.

#### 4.4. OSCILAÇÃO DO TEMPO NO PERÍODO.

Dentro do período observado na passagem da frente fria constatou-se, segundo o INEMET que a

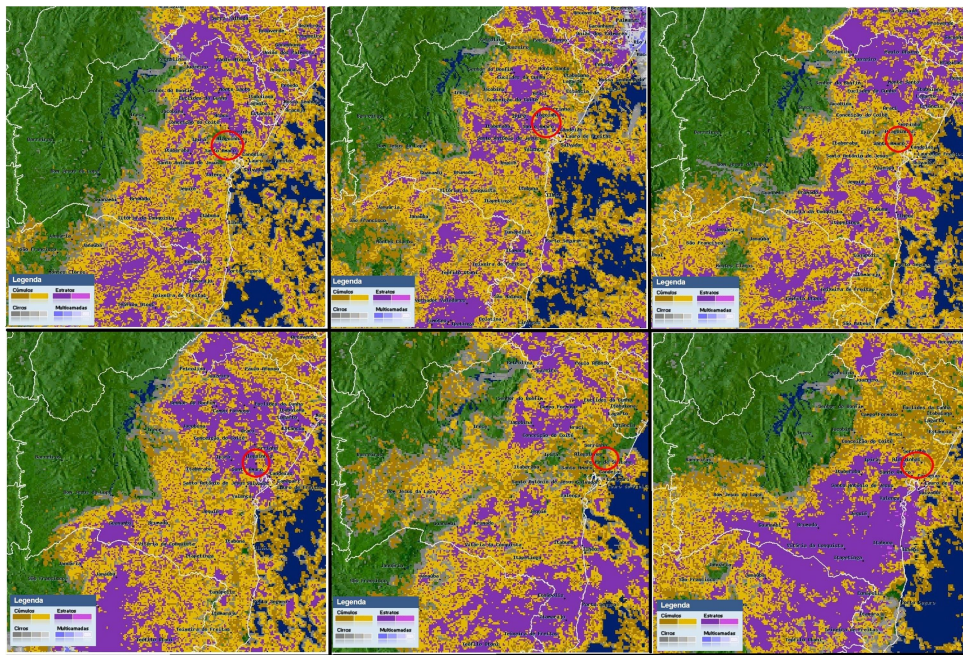


Fig. 08. Mapa dos tipos de nuvens em função da sequencias dos dias.

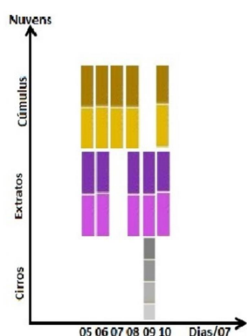


Fig. 09. Tipo de nuvens encontradas nos dias analisados.

umidade relativa do ar manteve-se alta variando entre 72% a mínima no quinto dia e máxima de 91% no segundo dia. A pressão atmosférica variou entre 1003hPa o mínimo no sexto dia e máximo de 1007,4hPa no primeiro dia, os ventos mantiveram-se constantes variando muito pouco em torno de 2,1m/s e 2,6m/s, estes valores foram constantes nos seis dias observados, o seu azimute também foi constante, com pouca oscilação entre 9° a 18°. A nebulosidade que varia numa escala de 0 a 10 variou entre 5 menor valor encontrado e 10, como era esperado. No primeiro dia choveu 0,8mm, no segundo dia choveu 7mm, 4,2 no terceiro dia, 1,4 quarto dia no quinto dia foi 1,8 o total acumulado de 15,2 mm, cuja sua media histórica para o mês estudado é de 63mm, ou seja essa frente fria representou 24% do esperado no mês em questão.

## 5. CONCLUSÕES.

Embora haja grandes dificuldades para mapear os tipos de nuvens em escala municipal, através do método dedutivo foi possível identificar o tipo de nuvem associado à passagem de uma frente fria,

observou-se a predominância de nuvens do tipo cúmulos e estratos provocando mudança no tempo local. Todavia esse trabalho necessita de maior abrangência, ou seja, uma sequência maior de frente fria para se ter base estatística dos tipos mais comuns de nuvem para região além de identificar qual tipo traz maior pluviosidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYOADE, J.O. 1996. Introdução a climatologia para os tropico. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro 332p.  
 Site IBGE disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=290070> acessado em 04/09/2017.
- VARJÃO-SILVA, M. A. 2006. Meteorologia e Climatologia, versão digital, Recife 463p.  
 Site do INEMET disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesconventionais>. Acessado em 04/09/2017.
- EMBRAPA. Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial. Disponível em: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/goes.htm> Acessado em 04 de agosto de 2017.
- XAVIER, J. A.et. al. 2012. Extração de Velocidade e Direção dos Ventos Atraves de Imagens de Satellite. In VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação Palmas Tocantins. ??? - ???.
- REBOITA, M.S. 2012. Entendendo o Tempo e o Clima na America do Sul. Terra e Didatica 8(1) 34-50.
- SILVA, A. VIANA, V. 2005. Catálogo de nuvens. Poços de Caldas; 2005. Disponível em: <http://www.avvsilva.net/index.htm>. Acesso em: 01 de setembro de 2017
- Echer, M. P. de; Martins, F. R.; Pereira, E. B. 2006 A importância dos dados de cobertura de nuvens e de sua variabilidade: Metodologias para aquisição de dados. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 3, p. 341-35