

CARTA HODOGRÁFICA E SISTEMAS ATMOSFÉRICOS

Daniel Mendes¹
José Luiz Gonçalves Junior²
Eduardo Oliveira Santos³
Tiago Oliveira Santos⁴
Luiz Alberto Martins⁵

A atmosfera, uma mistura mecânica de gases, exhibe características e comportamentos os mais diversos conforme o sistema atmosférico atuante. Ela é extremamente volátil, compressível e tem capacidade de expansão. Estas características explicam os aspectos fundamentais da sua estrutura bem como do tempo atmosférico.

O tempo atmosférico apresenta diversas variáveis meteorológicas ao longo do dia. A variável a ser estudada, neste caso, é a nebulosidade. A nebulosidade será descrita a partir do modelo proposto - carta hodográfica - de paletas de cores que indicarão a família da nuvem (Nuvens Altas - C_H , Nuvens Médias - C_M e Nuvens Baixas - C_L) nas suas respectivas direções, levando em consideração, a classificação internacional de nuvens (Atlas Internacional de Nuvens - OMM, 1972). Esta representação possibilitará analisar o tempo atmosférico descrito na seguinte escala: mês, dia, hora, direção, cobertura e o tipo de nuvem (Gênero) associado a família da nuvem indicada. A cobertura do céu foi baseada em OKTAS e as observações realizadas em horários assim estabelecidos: 7h00, 17h00 e 21h00.

As informações contidas na carta hodográfica referentes à cobertura de nuvem ilustram a ocorrência dos principais tipos de nuvens produtoras de chuva e a sua distribuição pelo município de Juiz de Fora. A área de estudo envolve o espaço rural da cidade, a sudeste da cidade.

A carta hodográfica consiste em círculos concêntricos a distâncias específicas (representando os dias do mês) a partir de um ponto central. O centro representa o local do campo visual do observador, a 21° 48' LS e 43°15' LW, a uma altitude de 536.3 m na zona rural. Os círculos concêntricos, serão divididos por vetores representados por linhas e direção apropriados que fornecerão a indicação dos pontos cardeais, colaterais e os horários das observações. O cruzamento entre os círculos concêntricos e os vetores

¹ UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
climarural@yahoo.com.br

² juninhogeo@yahoo.com.br

³ climasantos2004@yahoo.com.br

⁴ climasantosjfm@yahoo.com.br

⁵ lalberto@artnet.com.br

formarão uma seqüência de quadrículas que serão posteriormente preenchidas, segundo o método utilizado.

Neste trabalho, será destacado a família da nuvem numa perspectiva de caracterizar uma análise rítmica das condições de tempo, conseqüente de um ou mais sistemas atmosféricos atuantes no período. Esta análise rítmica, poderá ser visualizada de maneira detalhada ao longo do mês e ao longo do dia (durante os três horários das observações), através da carta hodográfica. Já as variações nas condições de tempo marcados pela sazonalidade das atuações de um determinado sistema atmosférico, provocarão configurações distintas que poderão ser visualizadas de maneira generalizada na carta hodográfica, através da predominância ou não de um determinado tipo de nuvem. Observe a carta na página seguinte.

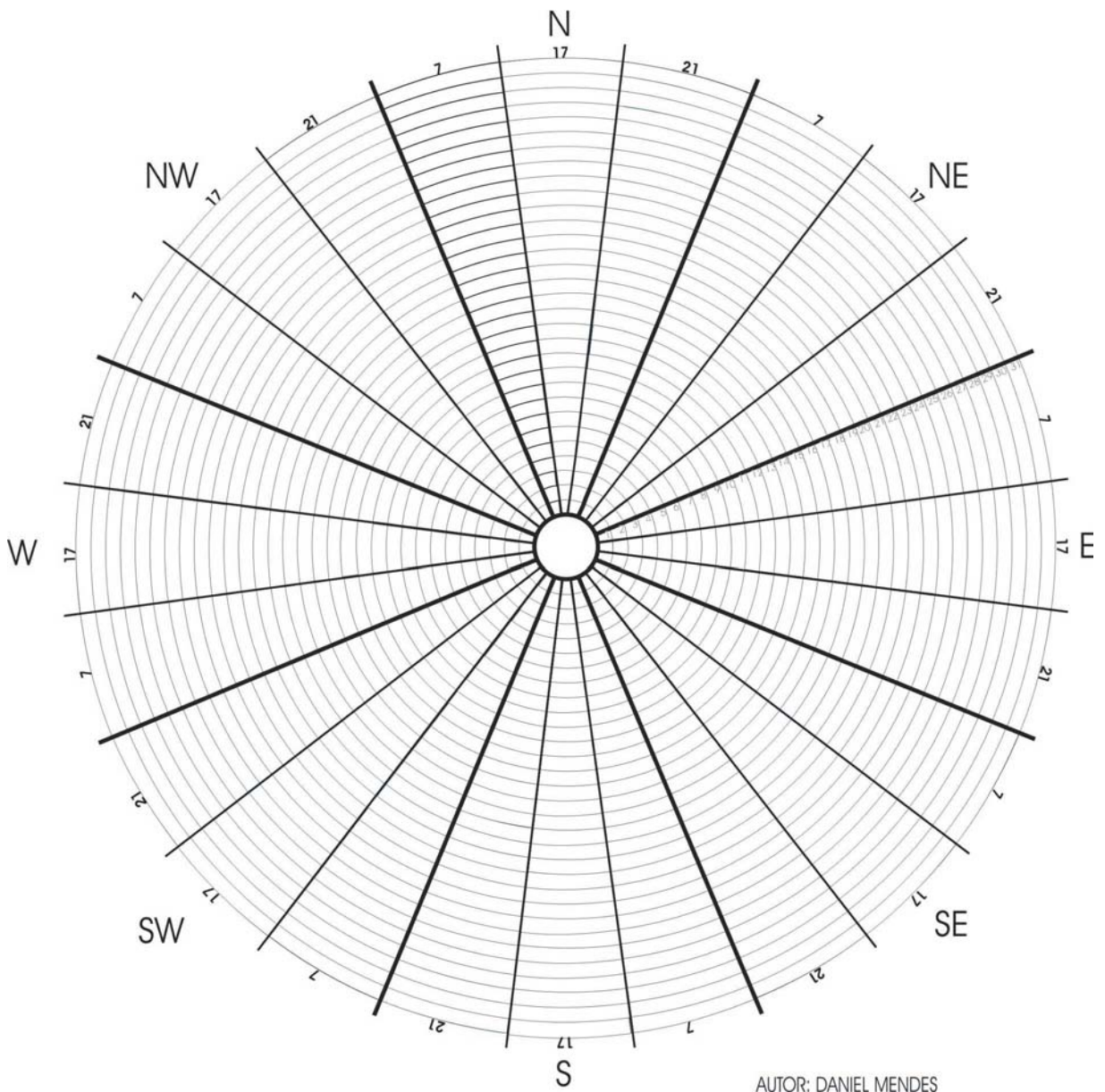


FIGURA 1: Modelo representando a carta hodográfica

Para a construção do novo modelo de representação das observações visuais diárias do volume e forma das nuvens, montou-se um banco de dados que posteriormente será utilizado para a análise de outras variáveis, tais como temperatura, umidade, direção e velocidade do vento na confecção da carta.

O levantamento dos dados vem sendo feito a partir da observação direta em campo. Nestas observações estão sendo levados em conta que, para cada direção temos nebulosidade acima de 50% de preenchimento da quadrícula na carta hodográfica para corresponder a um OKTA. Para caracterização da família da nuvem foi feita a associação com o tipo de nuvem, isto é, definido primeiramente o gênero da nuvem, sendo posteriormente classificada a possível família da nuvem associada. Observe as fotos retiradas por Alexandre Viana Vieira e Silva em Poços da Caldas - MG que caracterizam as nuvens observadas.

NUVENS BAIXAS



STRATOCUMULUS



STRATUS



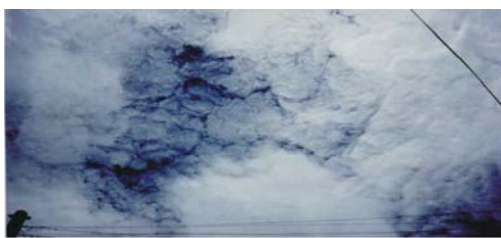
CUMULUS



CUMULONIMBUS

FIGURA 2: Fotos mostrando a variação dos tipos de nuvens baixas

NUVENS MÉDIAS



ALTOCUMULUS



ALTOSTRATUS

FIGURA 3: Fotos mostrando a variação dos tipos de nuvens médias

NUVENS ALTAS



CIRRUS



CIRROCUMULUS



CIRROSTRATUS

FIGURA 4: Fotos mostrando a variação dos tipos de nuvens altas

No presente trabalho optou-se pela análise dos meses de janeiro e maio, verão e outono, respectivamente, de 2004.

Estando localizado em sua maior parte na Zona Intertropical, o Brasil tem seus climas controlados sobretudo por massas de ar equatoriais, tropicais e polares, variando sua frequência de atuação conforme a época do ano.

Os ventos alísios sopram das altas pressões subtropicais em direção às baixas pressões equatoriais. Em consequência, forma-se a chamada faixa de Convergência Intertropical, caracterizada por chuvas abundantes.

No caso do Brasil, os alísios do nordeste são oriundos do Anticiclone dos Açores, e os alísios de sudeste vêm do Anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul.

Ao longo do ano, a frequência de atuação das massas de ar frio se modifica devido a mudança da posição aparente do Sol sobre as faixas de baixa latitude, propiciando a maior atuação das altas pressões polares sobre a América do Sul no inverno e diminuindo sua atuação durante o solstício de verão no hemisfério sul. Assim, no verão, as massas de ar quente se deslocam para o sul e, no inverno, elas se movimentam para o norte.

No verão, com o deslocamento do equador térmico para o sul e devido à continentalidade, forma-se uma zona de baixa pressão no sudoeste do Brasil, chamada de depressão do Chaco (baixa termo-orográfica). Com o avanço simultâneo da massa equatorial continental, nessa época do ano mais fortalecida, esta insufla bastante umidade em direção às regiões Centro-Oeste e Sudeste do país, fazendo com que a estação chuvosa no Brasil central e na região Sudeste nesta época do ano.

Por sua vez, os ventos oriundos do anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul, são responsáveis, às vezes, pelas chuvas de leste no sudeste e sul do Brasil. Ao mesmo tempo, a faixa de Convergência Intertropical provoca chuvas no norte e nordeste do país.

Por outro lado, os ventos de origem polar praticamente não atingem o território brasileiro que fica, assim, dominado essencialmente por massas de ar quente.

No outono, com a diminuição na intensidade da radiação solar no Hemisfério Sul, quando se vai do solstício de verão nesse hemisfério para o equinócio de outono, a massa equatorial continental tem seu domínio reduzido. No outono, a massa equatorial continental domina a bacia amazônica, enquanto a massa equatorial atlântica continua a ocorrer no litoral norte e foz do Amazonas. A massa tropical atlântica predomina desde parte do nordeste até o Rio Grande do Sul, abrangendo inclusive, o sul de Goiás e de Mato Grosso do Sul. A massa tropical continental tem sua atividade reduzida localizando-se nas proximidades do Pantanal Mato-grossense. Nesse momento, a massa tropical atlântica tem sua área de abrangência aumentada, deslocando para as latitudes menores.

Uma vez descrita a Circulação Geral da Atmosfera, temos agora, a Circulação Secundária. Neste tipo de circulação, podemos identificar cada tipo de frente pela nebulosidade e pela precipitação associada.

Quando a nebulosidade está associada à frente quente a banda frontal de nuvens forma-se à frente da massa de ar frio. Com seu avanço, esse sistema atmosférico pode resultar em diferentes intensidades de precipitação, variando de acordo com as condições de estabilidade ou instabilidade a qual o ar no interior da massa de ar quente se encontra.

No caso da Frente Quente, se o ar quente é estável, irão predominar nuvens baixas (estratiformes), precedidas de nuvens altas (cirrus). Nessas condições de tempo, temos nebulosidade mais espessa junto à frente, associando-se à ocorrência de precipitação. A chuva, em geral, é fria e contínua, derivando de nuvens baixas (nimbostratus).

Se, por outro lado, o ar quente é instável, então as nuvens que se formam são nuvens médias (altocumulos) e nuvens baixas (cumulus e cumulonimbus associadas a nimbostratus). Neste caso, temos chuvas intensas, com trovoadas e aguaceiros. No interior da massa fria poderão também ocorrer precipitações e nevoeiros intensos. É importante observar que, no caso da Frente Quente, o observador estará situado dentro da massa de ar frio, a superfície, até que a frente passe pelo local. Após a passagem da frente, em razão da influência da massa de ar quente, em geral, o céu abre.

No caso da Frente Fria, o observador situa-se dentro da massa quente enquanto a frente aproxima-se. A Frente Fria pode se diferenciar de acordo com a velocidade de deslocamento. O sistema de nuvens associados à Frente Fria de deslocamento lento são nuvens altas (cirrus e cirrostratus) e, finalmente, nuvens baixas (nimbostratus), que surgem praticamente durante a passagem da frente e persistem ainda após a passagem. Estas últimas (nuvens baixas) estão associadas a fortes precipitações. As nuvens à retaguarda da frente são nuvens médias (altostratus).

Nas Frentes Frias de deslocamento rápido, as nuvens que precedem são nuvens médias (altocumulus e altostratus) seguidas de nuvens baixas (stratocumulus e nimbostratus), associados a chuvas intensas e trovoadas. Nuvens do tipo cumulus podem formar-se dentro da massa fria, à retaguarda da frente.

Em geral, as Frentes Frias de deslocamento rápido são de origem polar e evoluem para frentes de deslocamento lento; estas podem tornar-se estacionárias.

Outro fenômeno associado à descontinuidade vertical do ar são as Linhas de Instabilidade. Essas formações ocorrem principalmente no verão. O forte aquecimento diurno desempenha papel de destaque em sua formação. Normalmente na estação do verão, o dia amanhece calmo e o céu azul. À medida que a intensa radiação solar incide sobre a superfície, inicia-se o processo de convecção do ar mais quente, sobretudo nas regiões tropicais, levando ao desenvolvimento de cumulus de elevada extensão vertical, a qual atingem expressiva quantidade à tarde, quando a convecção é máxima. Frequentemente, formações de cumulonimbus, desenvolve-se rapidamente, de forma isolada ou alinhada, provocando pancadas fortes de chuva, sendo às vezes localizadas, associando-se a rajadas de vento, granizo, descargas elétricas ou trovoadas.

De acordo com o modelo geral de circulação primário e secundário, de fundamental importância na produção dos tipos de tempo serão demonstrados preliminarmente os resultados referentes à utilização da Carta Hodográfica.

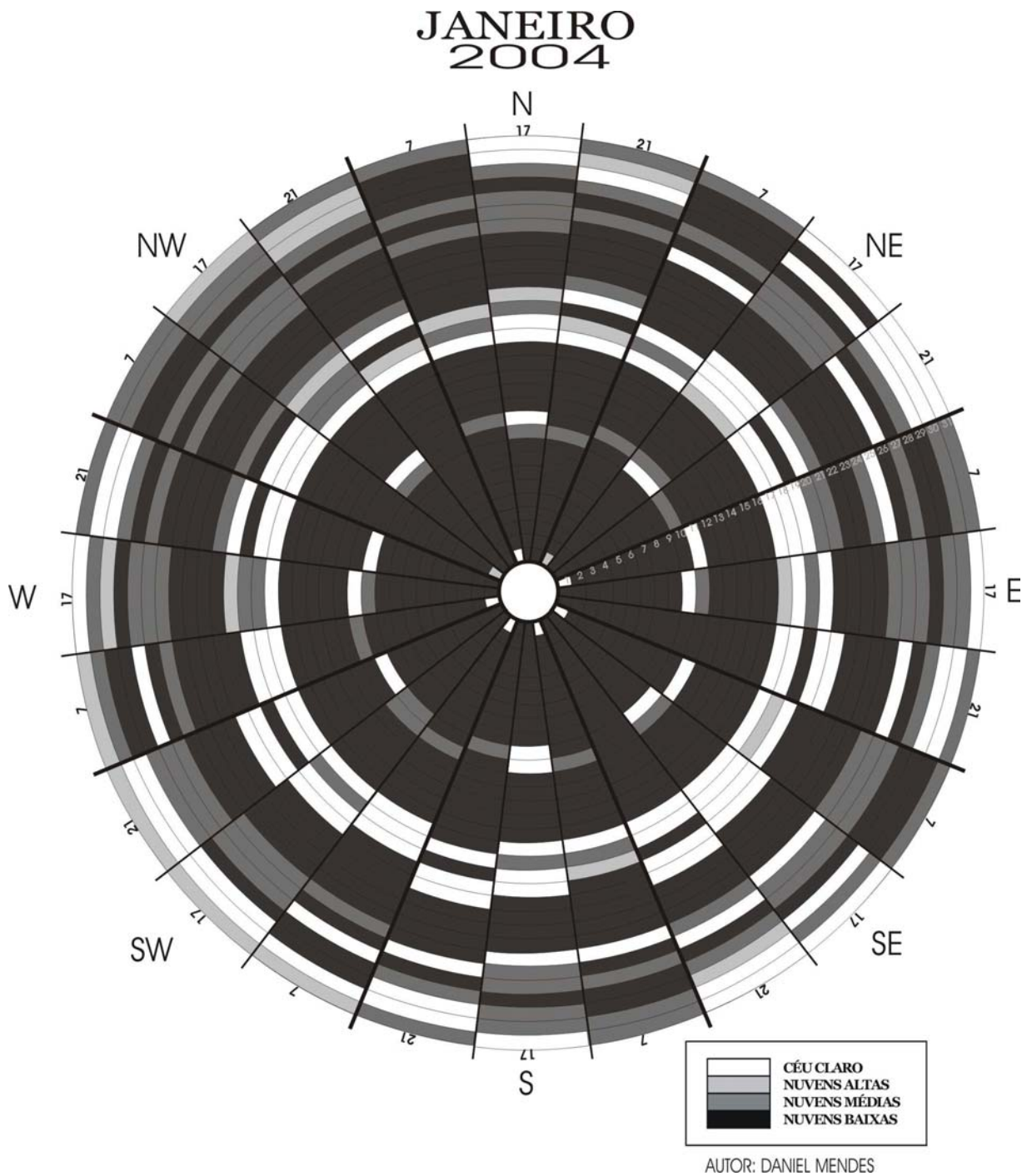
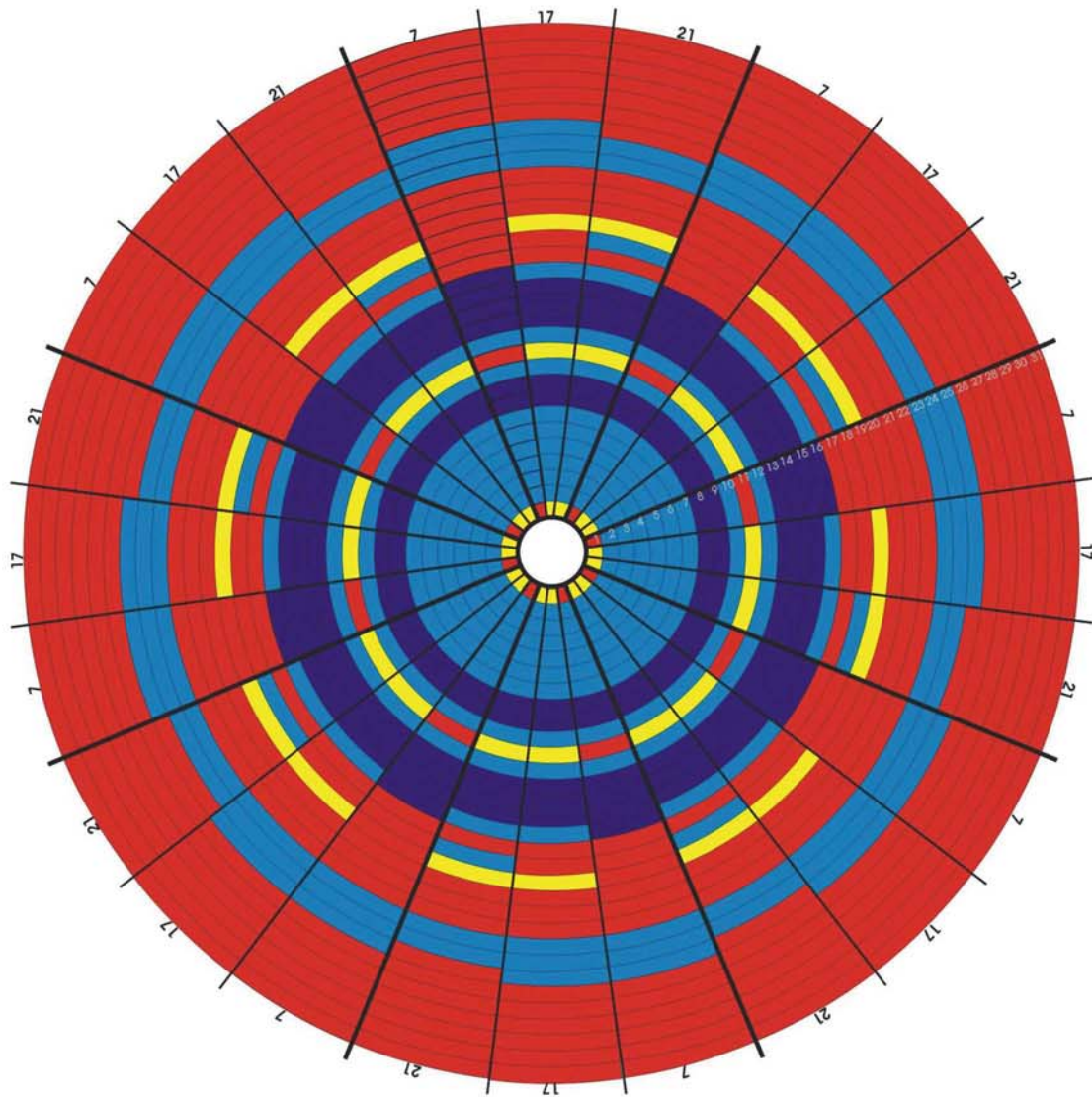


FIGURA 5: Utilização da carta hodográfica para cobertura de nuvens

CARTA HODOGRÁFICA DE SISTEMAS ATMOSFÉRICOS

JANEIRO-2004



AUTOR: DANIEL MENDES

FIGURA 6: Modelo apresentando a carta hodográfica para sistemas atmosféricos

Analisando a Carta Hodográfica de Nebulosidade e de Sistemas Atmosféricos, observa-se maiores presenças de nuvens baixas, produtoras de chuvas, principalmente cumulus e cumulonimbus, em janeiro de 2004, representando 66.76% dos dados coletados

nos horários das observações. Este percentual, que pode ser visualizado na carta hodográfica, explicaria, em parte, a elevada quantidade de precipitação no referido mês: 372.3 mm.

Através da análise comparada entre as Cartas Hodográficas do mês de janeiro e o gráfico de pluviosidade do mesmo mês, podemos observar um maior predomínio de nuvens baixas nos dezesseis primeiros dias do mês, coincidindo com os dias de maior pluviosidade. A partir do dia dezessete de janeiro até o fim do mês não foi registrada ocorrência de chuvas na Estação do Caeté. Este fato pode ser observado analisando a carta hodográfica, que a partir do dia dezessete até o término de janeiro, onde se predominou uma maior variação entre as três famílias de nuvens, consorciado com dias que não apresentaram cobertura de nuvens.

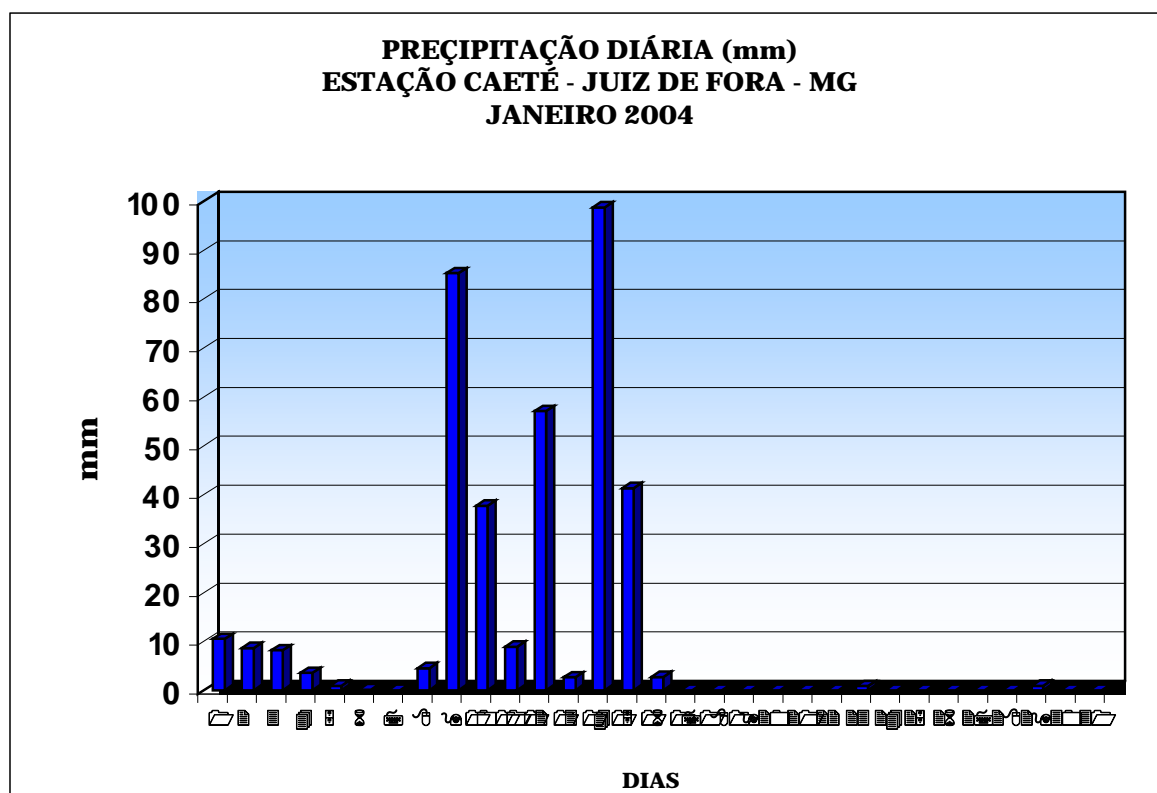


FIGURA 7

Através da análise comparada entre as Cartas Hodográficas do mês de janeiro e do gráfico de nebulosidade, maior presença de nuvens baixas, principalmente nos dezesseis primeiros dias de janeiro. No restante do período mensal, houve variações quanto à família de nuvens observadas, representadas pela presença em outros dois níveis da atmosfera: nuvens altas e médias, como pode ser observadas no gráfico de nebulosidade.

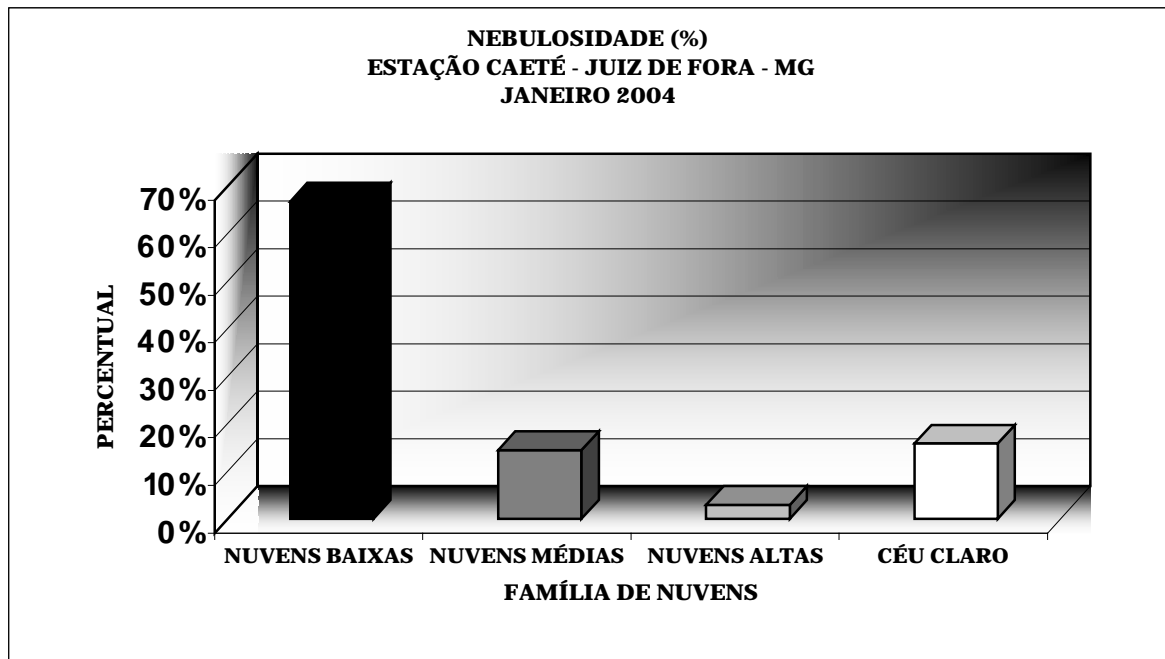
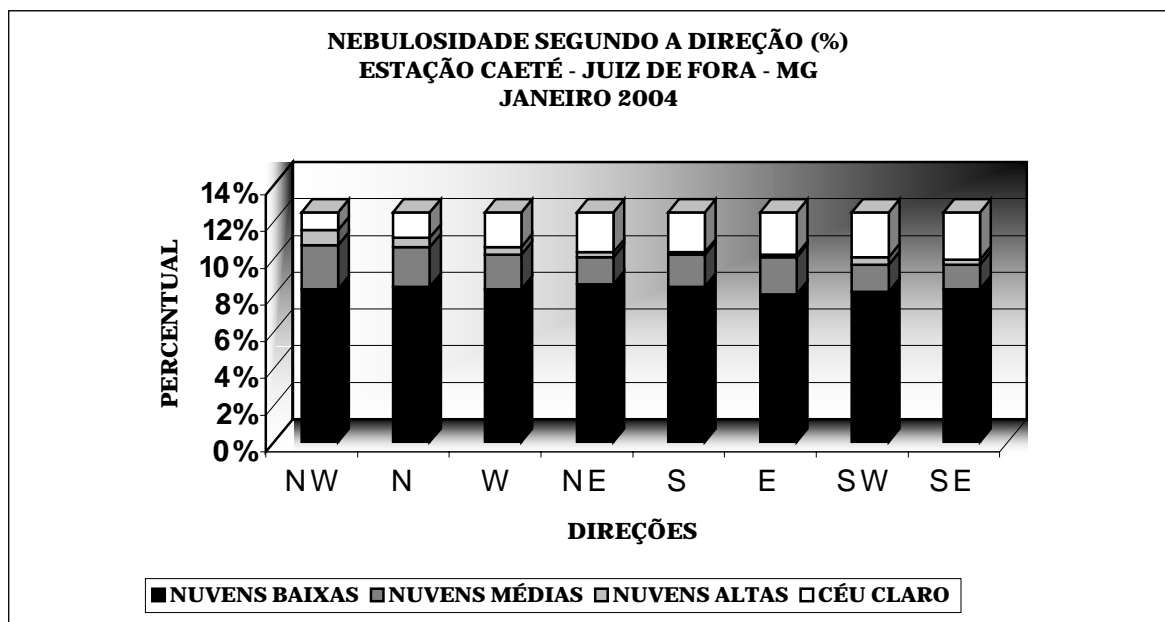


FIGURA 8

Observando-se o gráfico da (Fig.9) de nebulosidade segundo a direção, há um predomínio de nuvens baixas em todas as direções, com maior concentração no quadrante norte.



FUGURA 9

No gráfico (Fig.10) de nebulosidade segundo a hora, há também, o predomínio de nuvens baixas em todos os horários observados com destaque para os horários de 7horas e 21horas. Já às 17horas, houve maior percentual de nuvens médias e altas.

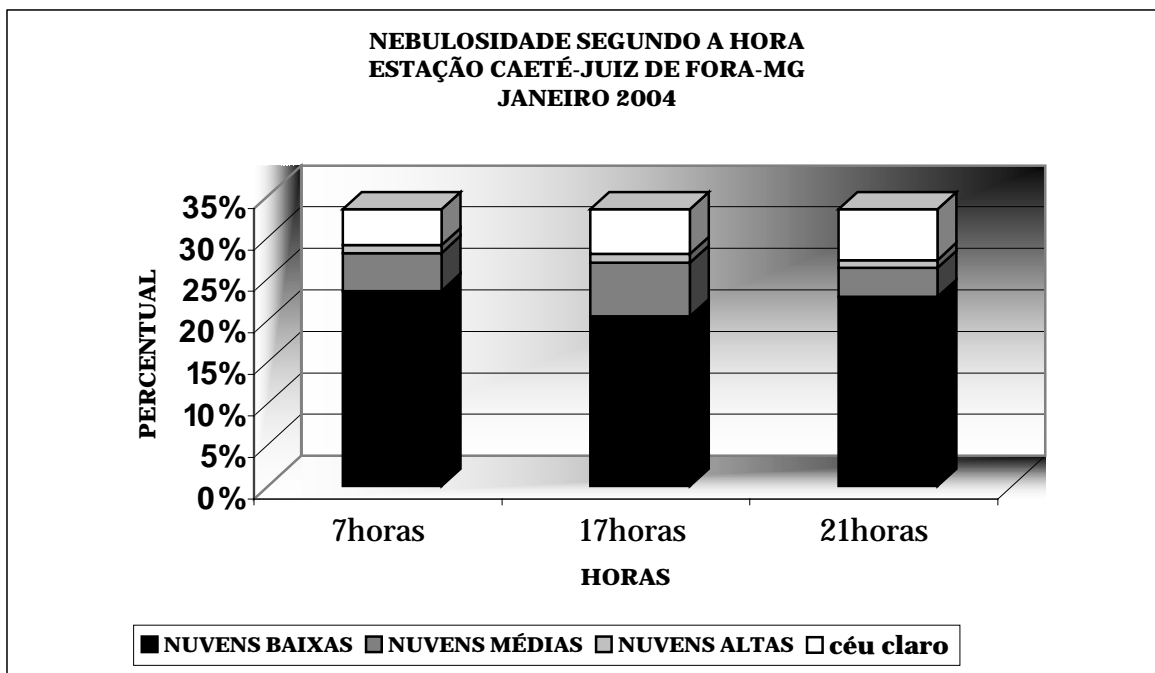


FIGURA 10

No que diz respeito aos movimentos superficiais de ar, temos o predomínio de vento sudeste nos três horários pesquisados para o mês de janeiro. O único horário que apresentou variações na direção foi às 17horas.

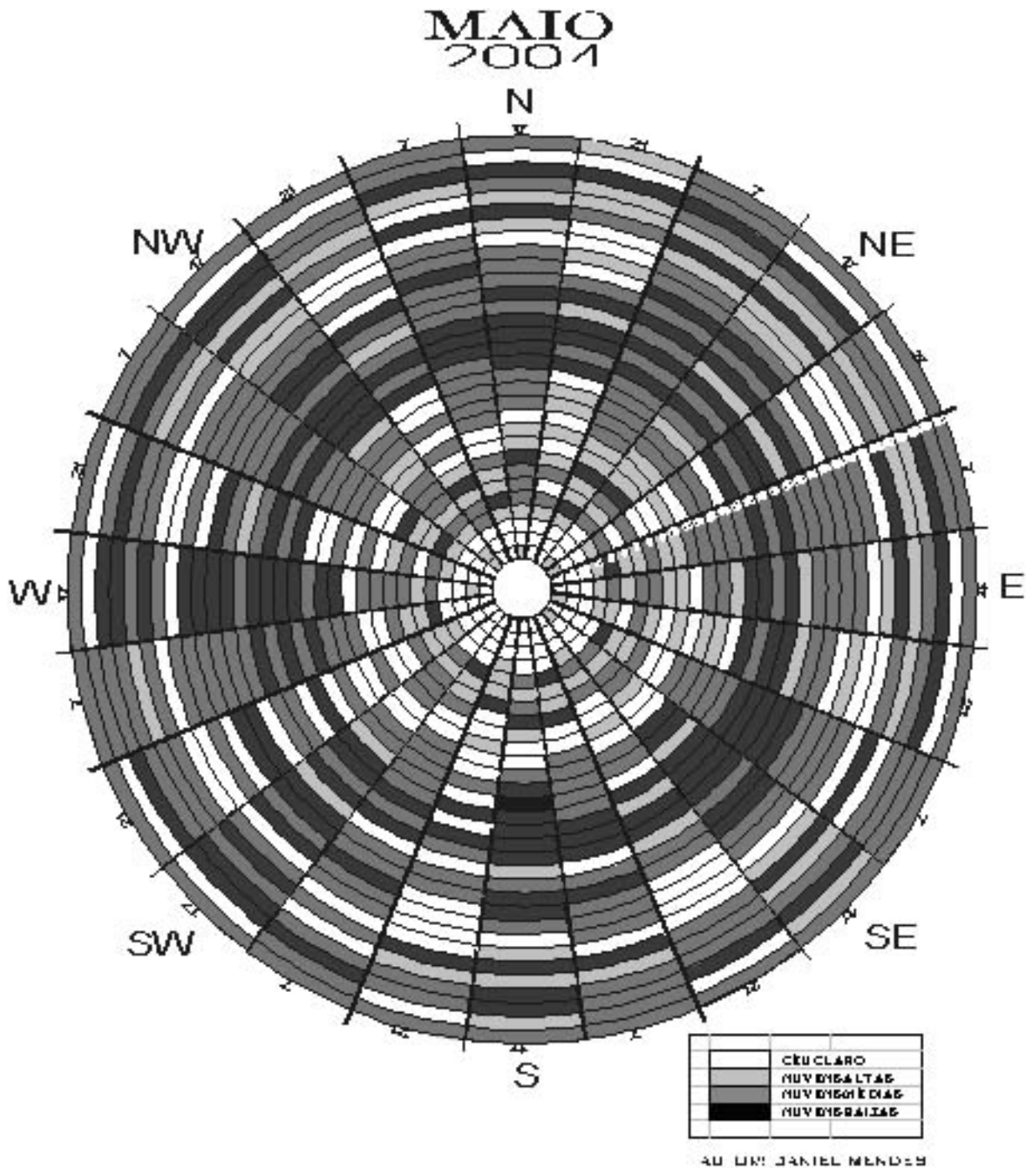
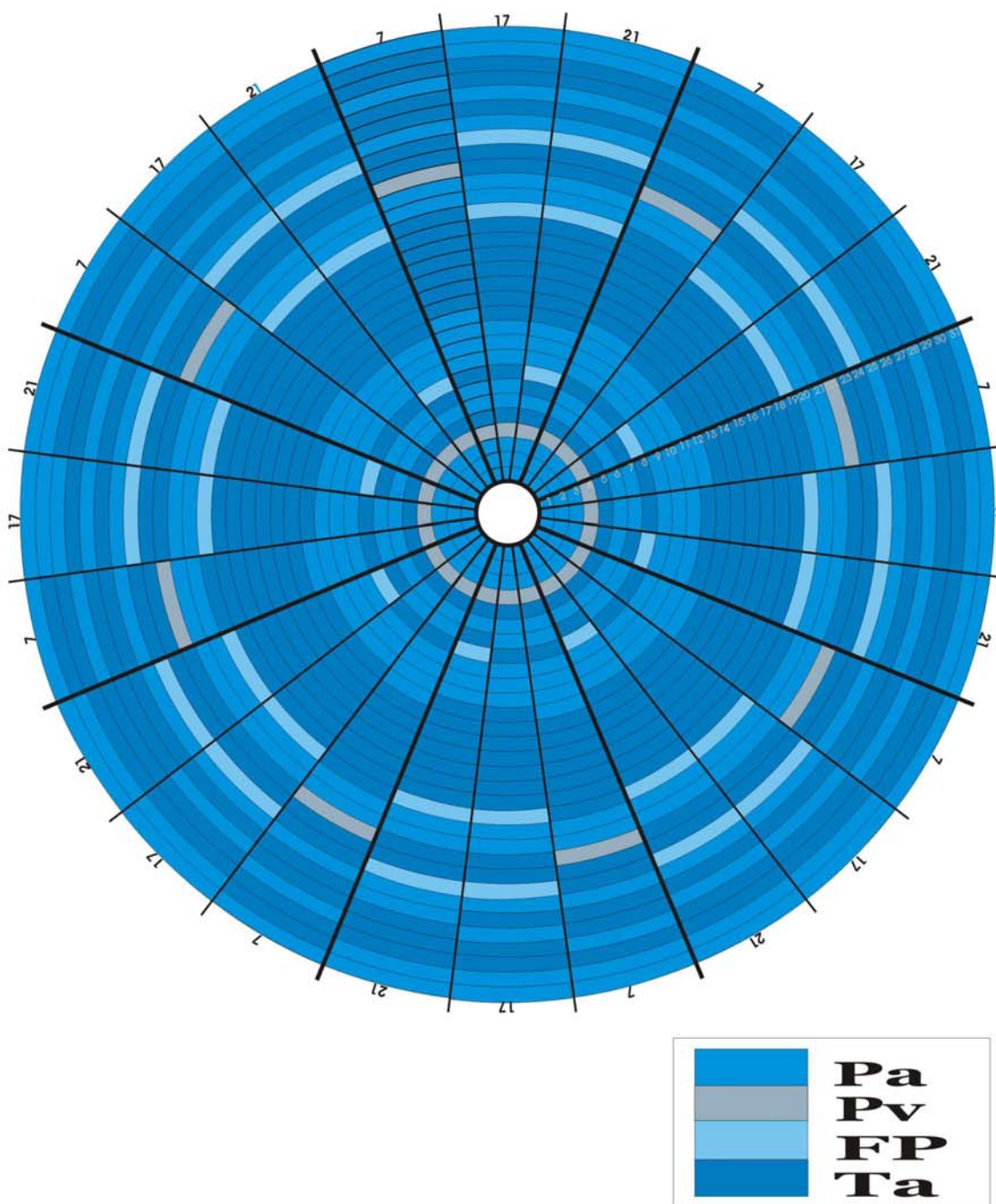


FIGURA 11: Utilização da carta hodográfica para cobertura de nuvens

CARTA HODOGRÁFICA DE SISTEMAS ATMOSFÉRICOS

MAIO-2004



AUTOR: DANIEL MENDES

FIGURA 12: Modelo apresentando a carta hodográfica para sistemas atmosféricos

Como se pode observar na Carta Hodográfica de Sistemas Atmosféricos para o mês de maio (Fig. 12), temos como consequência menor presença de nuvens produtoras de chuvas e maiores ocorrências de nuvens altas e médias. Quanto ao conjunto nuvens baixas,

a atuação reduziu para 46.24%, quando comparado com janeiro de 2004. Este percentual explicaria, em parte, a pequena precipitação: 51,2 mm para este mês.

No mês de maio (outono no hemisfério austral), houve uma maior variação nos tipos de nuvens e um maior número de dias sem nebulosidade. Este fato pode ser observado através da análise das Carta Hodográfica de Nebulosidade do mês de maio.

Analisando comparativamente a carta hodográfica do mês de maio com o gráfico de pluviosidade correspondente (Fig.13), podemos observar uma menor cobertura de nuvens baixas registrada na carta hodográfica, o que ocasionou, em parte, a baixa pluviosidade registrada neste período.

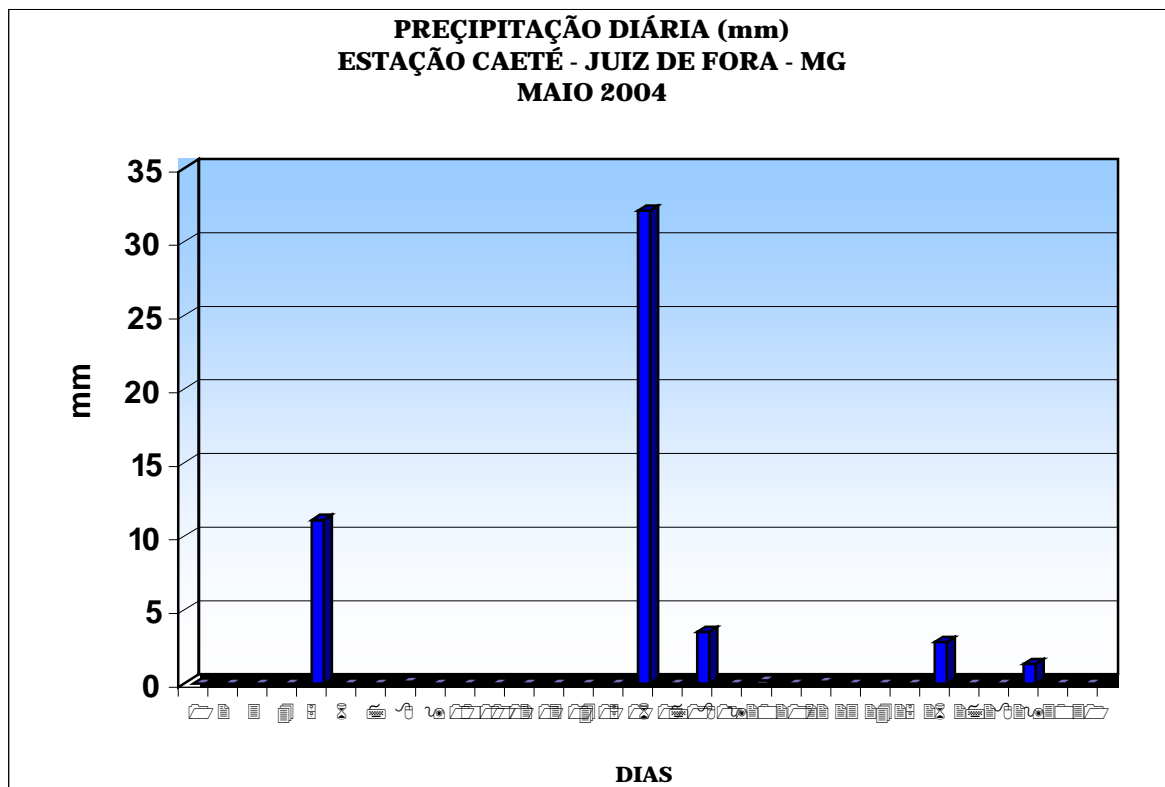


FIGURA 13

Através da análise comparada entre a Carta Hodográfica de Nebulosidade para mês do maio e o gráfico de nebulosidade (Fig.14), temos maiores presença de nuvens médias, altas e céu claro em correlação ao mês de janeiro deste ano. Verifica-se, portanto, uma mudança na configuração da nebulosidade com a mudança do sistema atmosférico atuante característico de cada modelo.

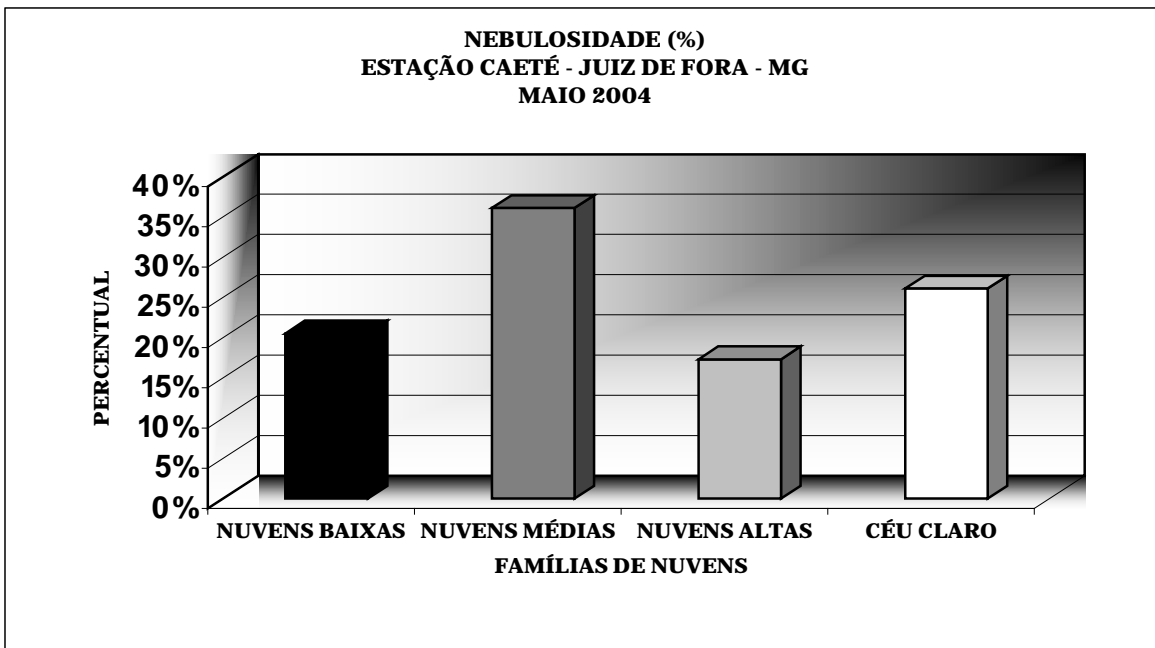


FIGURA 14

Observando o gráfico da Fig.15 de nebulosidade segundo a direção, há um predomínio de nuvens médias em todas as direções e aumento na presença de nuvens altas. Novamente, observou maior presença de nuvens no quadrante setentrional.

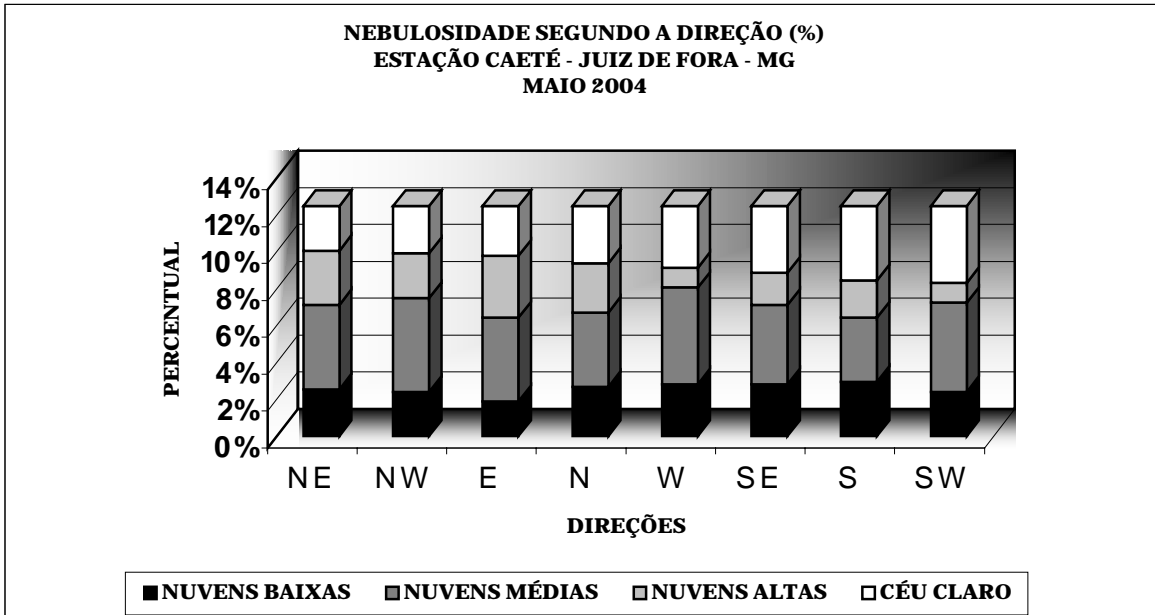


FIGURA 15

Observando a Fig.16 de nebulosidade segundo a hora, verifica-se um predomínio de nuvens médias e altas às dezessete horas. Às dezessete horas há um aumento de nuvens altas; já às vinte e uma horas houve uma maior porcentagem de céu claro, fato este comum nas noites de outono-inverno (noites claras).

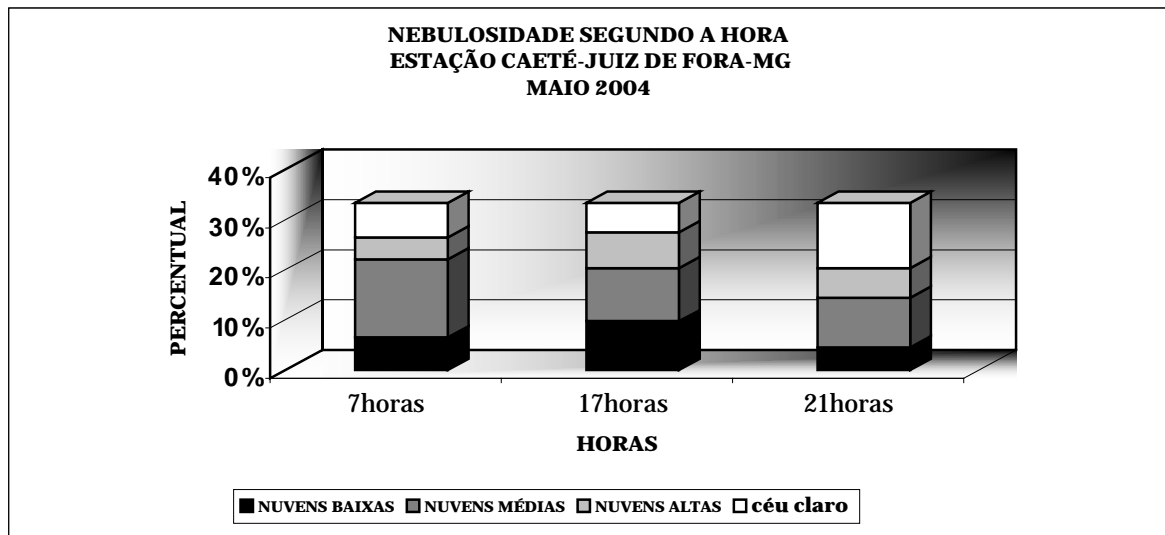


FIGURA 16

No que diz respeito aos movimentos superficiais de ar, temos o predomínio de vento noroeste nos três horários pesquisados. No gráfico das 7 horas e das 21 horas houve uma diversificação nas direções do vento, sendo tal diversificação mais evidente no gráfico das 21 horas.

As relações estabelecidas entre tipo de nuvens e sistema atmosférico atuante e a ocorrência de chuvas, ficou, portanto, bem representadas com a utilização da carta hodográfica proposta. Pretendemos, a partir de agora, ampliar a análise da sazonalidade das chuvas e dos demais elementos meteorológicos, sobretudo quanto a nebulosidade, para melhor entender a distribuição espacial dos atributos do tempo em Juiz de Fora.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J.O. Introdução á Climatologia para os Trópicos. 8ªed Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002

ATLAS INTERNACIONAL DE NUVENS - OMM. 2ª ed. Tradução por Feirão, R.C.P., Rio de Janeiro: Dnmet, 1972

TUBELIS, A e NASCIMENTO, F.J.L. . Meteorologia Descritiva : fundamentos e aplicações brasileiras, 1ª ed. São Paulo : Nobel, 1992

VIANELLO, R.L. e ALVES, A.R. Meteorologia Básica e Aplicações 1ªed. Viçosa: Impr. Univ., 1991