

CAUSAS FÍSICAS E GENÉTICAS DOS NEVOEIROS NA REGIÃO CENTRAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

\* Ana Helena Albrecht  
\* Maria Luiza F. Loose  
\*\* Maria da Graça B. Sartori

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho, à primeira vista, tem natureza climatológica, uma vez que aborda um fenômeno essencialmente atmosférico: o nevoeiro. Entretanto, no contexto das condições naturais do espaço geográfico, o clima é insumo básico para compreender a organização dos espaços, e a análise do comportamento de qualquer um dos elementos climáticos auxilia na sua caracterização. O espaço geográfico deve ser visto sempre como resultado da interação entre o natural e o humano, da qual advém a idéia de meio ambiente.

O trabalho proposto enquadra-se nas preocupações atuais da ciência geográfica com a qualidade do meio ambiente, do qual as características climáticas são essenciais a sua definição. Para tal, há necessidade de diagnosticar a realidade a partir de análises específicas ou gerais dos elementos que integram o espaço geográfico, independente da escala de abordagem.

---

\* Geógrafas pela UFSM (Santa Maria - RS).

\*\* Professora do Departamento de Geociências - UFSM (Santa Maria - RS).

Dessa perspectiva advém a preocupação em estudar o comportamento dos elementos climáticos. O fenômeno nevoeiro, por exemplo, popularmente conhecido como "cerração", será avaliado como uma das variáveis que caracterizam e individualizam certos meios ambientais no Rio Grande do Sul.

O fenômeno nevoeiro é descontínuo no tempo e no espaço, já que sua frequência é extremamente variável, e sua ocorrência não se verifica em todos os lugares ao mesmo tempo. Algumas regiões estão mais sujeitas a nevoeiros que outras, em função de condições ambientais determinadas, por exemplo, pelo relevo, altitude, latitude, superfície líquida, correntes marinhas, umidade do ar elevada, exposição das vertentes aos ventos úmidos, advecção de ar quente sobre superfície fria ou de ar frio sobre superfície quente, etc.

Assim, planejou-se estudar os nevoeiros na região central do Rio Grande do Sul, Brasil, buscando-se identificar causas físicas e genéticas, a fim de acrescentar mais alguns subsídios aos já existentes, de modo que se possa definir com maior objetividade os atributos ambientais desta região do Estado.

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

Os nevoeiros são fenômenos climáticos que ocorrem por diversas causas e em diferentes densidades, tanto no tempo quanto no espaço, exercendo certa influência sobre o meio ambiente. Eles obstaculizam, principalmente, o tráfego aéreo e rodoviário, além de provocarem outros problemas sócio-econômicos, advindos de sua

forte densidade. Esses problemas incluem gastos de energia, acidentes de trânsito com danos materiais, entre outros. Por outro lado, em certas condições de tempo, podem vir a ser benéficos, uma vez que fornecem umidade ao solo, favorecendo o crescimento vegetativo de culturas e pastagens naturais. Entretanto, se o fenômeno perdurar por vários dias consecutivos, a diminuição da radiação solar, que inibe relativamente a fotossíntese (processo de transformação do gás carbônico em oxigênio), facilita a penetração de bactérias nas plantas, pelas gotículas de água. A grande umidade acarreta, também, a proliferação de bactérias, o que provoca aumento da incidência de doenças respiratórias.

Esses fatos merecem análises climatológicas têmporo-espaciais que conduzam à definição das causas físicas e genéticas dos nevoeiros, já que, apesar de ser fenômeno relativamente freqüente, é muito pouco estudado.

Esta constatação foi feita ao se proceder à revisão bibliográfica à fundamentação teórica, quando se verificou a carência de trabalhos relacionados com o problema do nevoeiro no Rio Grande do Sul, e até mesmo no Brasil. Essa carência não se refere à inexistência de trabalhos que tratem da freqüência do fenômeno e das regiões mais sujeitas a ele; a deficiência refere-se a trabalhos relacionados com suas causas determinadas pelas características climáticas nas escalas locais e/ou regionais.

O desejo de identificar as causas da ocorrência e freqüência dos nevoeiros no Estado é que determinou a opção pela área de análise, direcionando-a para a região central do Rio Grande do Sul e escolhendo-se Santa Maria como indicador espacial. A busca das causas de natureza climática conduz, necessariamente,

com condicionantes genéticos dos tipos de tempo, que resultam do comportamento da circulação atmosférica regional em interação com os outros conjuntos de fatos que compõem o meio ambiente.

A partir da definição do problema a investigar, procedeu-se à observação empírica do fenômeno nevoeiro na região de Santa Maria, ao longo do período de análise (outono-inverno 1977). Tal observação, com base na revisão teórica realizada, permitiu a formulação das seguintes hipóteses:

- A circulação atmosférica regional define tipos de tempo favoráveis ou não à formação de nevoeiros;

- Tipos de tempo específicos condicionam a ocorrência de tipos de nevoeiros característicos;

- Os tipos de nevoeiros que mais comumente ocorrem na região central do Rio Grande do Sul são os de radiação, de advecção, de inversão elevada e frontal.

Espera-se que os resultados desta investigação venham a contribuir para as análises ambientais, podendo vir a se constituir, também, em subsídios aos órgãos governamentais e empresariais para que, conhecidas as causas dos nevoeiros, determinem-se estudos e formulem-se alternativas que minimizem os prejuízos sócio-econômicos deles advindos.

As hipóteses propostas acima nortearam a investigação, para a qual se propuseram os seguintes objetivos:

#### Objetivos Gerais:

- Contribuir com a ciência geográfica através do estudo da formação de nevoeiros como elemento climático auxiliar para se compreender a organização do espaço na região central do

Rio Grande do Sul;

- Compreender as causas genéticas e físicas que definem tipos específicos de nevoeiros, bem como suas conseqüências ambientais.

Objetivos Específicos:

- Identificar os tipos de tempo responsáveis pela ocorrência de nevoeiros na região de Santa Maria, definidos pela circulação atmosférica regional, no período outono-inverno 87;

- Analisar as repercussões sócio-econômicas advindas dos nevoeiros na região de Santa Maria;

- Fornecer subsídios aos órgãos governamentais e empresariais para a prevenção de problemas ocasionados pelo nevoeiro.

### 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 - Análise em Âmbito Geral - Causas e Tipos

A revisão bibliográfica revelou que não há trabalhos referentes à formação de nevoeiros na região de Santa Maria. Entretanto, podem-se destacar vários trabalhos que serviram de embasamento teórico-metodológico para explicar-se, geneticamente, a formação de nevoeiros e sua ocorrência no Rio Grande do Sul.

Os conceitos e classificações dos nevoeiros encontram-se nos trabalhos de TUBELIS & NASCIMENTO (1937: 183 - 187), BLAIR e FITE (1964: 128 - 132 e 285 - 287), RIEHL (1965: 85 - 89), Manual de Meteorologia para Pilotos (1966: 92 - 96), CHEDE (1968: 157-

160), CAMARGO (1917: 5 - 7), VIERS (1975: 89 - 94), AYOADE (1986: 157 - 158), e BRUNT (s/d: 157 - 186). Ressalta-se, no entanto, que, por necessidade de síntese, optou-se por apenas um dos trabalhos dentre os consultados: o trabalho de BLAIR e FITE, por apresentar um enfoque mais amplo do assunto.

BLAIR e FITE (1964: 128) analisam o modo de formação de nevoeiro, bem como suas causas e tipos:

"Os nevoeiros são compostos de partículas de água microscópicas, que se mantêm em suspensão no ar, próximo à superfície terrestre, em quantidade suficiente para reduzir a visibilidade horizontal para 1.000 metros ou menos".

Os nevoeiros formam-se quando a massa de ar se torna saturada de vapor d'água, sendo que a saturação ocorre por resfriamento ou por adição de vapor d'água. O resfriamento pode acontecer por expansão adiabática dando origem ao "nevoeiro orográfico", ou por condução térmica, provocando a formação de "nevoeiro de irradiação" e de "advecção". A saturação do ar por adição de vapor d'água pode resultar em nevoeiros "de vapor" e "frontais".

Segundo BLAIR e FITE (1964: 130), os nevoeiros de irradiação vão ocorrer em noites com céu limpo ou com presença de nuvens altas e balanço de radiação negativo na superfície do solo, provocando intenso resfriamento e saturação do ar. Subdividem-se em nevoeiro de solo e nevoeiro de inversão ou de inversão elevada.

Os nevoeiros de advecção ocorrem quando uma massa de ar quente e úmida se desloca sobre uma superfície mais fria. Podem ocorrer em dias nublados e são quase sempre fortes, reduzindo a visibilidade e se dissipando muito lentamente.

Segundo os autores, há dois tipos de nevoeiros de evaporação: os de vapor e os frontais. Os de vapor ocorrem quando uma massa de ar frio se desloca sobre uma superfície líquida de maior temperatura. Os frontais ocorrem quando a precipitação provoca a saturação do ar, que pode se dar pela mistura de massas de ar de diferentes temperaturas e de umidades relativas altas. Os nevoeiros frontais podem ser subdivididos em pré-frontais e pós-frontais.

Quanto aos nevoeiros de encosta, os referidos autores salientam que:

"Quando o ar se move ao longo da encosta de uma montanha ou subindo uma encosta, que se eleva gradualmente, o resfriamento adiabático, devido à subida forçada pode resultar em saturação. (...) o ar deve ter uma umidade muito elevada e deve ser estável. (...) o resfriamento pela radiação do ar à superfície, contribui para o desenvolvimento desses nevoeiros".

### 3.2 - Análise em Âmbito Regional

Na revisão em âmbito regional de ocorrência, destaca-se a análise de SERRA (1978: 118) sobre as variações diurnas e anuais, regime e fatores condicionantes dos nevoeiros nas diversas regiões brasileiras.

Segundo o autor, as regiões sujeitas a nevoeiros podem ser divididas em três faixas orientadas no sentido N-S: a primeira faixa encontra-se próxima à costa leste, do litoral do Rio Grande do Norte à Lagoa Mirim no Rio Grande do Sul, com maior frequência de nevoeiro nas zonas montanhosas: a segunda faixa estende-se do Paraguai ao Piauí (interior), com orientação W-E e depois N-S; a

terceira faixa aparece no extremo Nordeste, do Acre às nascentes do Rio Negro.

SERRA (1978: 118) observa que o eixo de maior frequência corresponde às zonas que estão sob menor temperatura média anual ( $16^{\circ}\text{C}$  a  $22^{\circ}\text{C}$  na Serra do Mar e suas ramificações). As áreas que apresentam média anual acima de  $26^{\circ}\text{C}$  estão praticamente isentas, surgindo, porém, o fenômeno na Bacia Amazônica, com médias de  $24^{\circ}\text{C}$  a  $26^{\circ}\text{C}$ .

No litoral chuvoso, embora raros, os nevoeiros ocorrem com maior frequência nas montanhas. As áreas com muito nevoeiro apresentam baixos valores de insolação. SERRA supõe que o nevoeiro esteja associado à chuva e, por isso, à menor insolação, especialmente nas regiões tropicais.

O fenômeno ocorre com maior frequência no interior e em áreas anticiclônicas, e sua ocorrência é nula nas depressões inferiores a 1010 mb, sendo que a divergência e o aquecimento dificultam o fenômeno.

O autor refere-se ainda ao regime dos nevoeiros e suas épocas de ocorrência máxima no Brasil, salientando que, no extremo sul do Rio Grande do Sul, ocorrem em trechos isolados, no mês de maio, exceto na costa. No mês de junho, produzem-se em trechos igualmente distintos, iniciando-se no trimestre mais frio no Rio Grande do Sul, sul do Mato Grosso, oeste de São Paulo e Paraná. No mês de julho, ocorrem em áreas isoladas na região limítrofe de Minas Gerais - Espírito Santo, litoral sudeste do Rio de Janeiro, costa do Paraná, sul de São Paulo e leste, centro e norte do Rio Grande do Sul. Em todas essas regiões, esse mês constitui o mais frio do trimestre (junho, julho e agosto).

### 3.3 - Análise em Âmbito Subregional e Local

A partir da revisão geral das condições necessárias à formação de nevoeiros e suas áreas e épocas de maior ou menor frequência, buscaram-se, na literatura, trabalhos que fizessem referências, de alguma forma, à ocorrência de nevoeiros no Rio Grande do Sul e região de Santa Maria, mais especificamente.

Dentre os trabalhos de ARAÚJO (1930: 88), MACHADO (1950: 46), FORTES (1959: 197-198) e MORENO (1961: 23-41), destacamos o primeiro, que faz um breve comentário sobre os nevoeiros no Rio Grande do Sul, afirmando que eles podem caracterizar o clima de uma região, ao se levar em conta a frequência e a densidade com que se apresentam. Saliencia que é no outono e no inverno que esse fenômeno ocorre com maior frequência no Rio Grande do Sul, devido às condições isobáricas e térmicas favoráveis a sua formação.

Para ARAÚJO (1930: 88), esse fenômeno é comum no litoral, na Depressão Central e regiões serranas, com menor frequência nas planícies e coxilhas do oeste do Estado. No litoral, ocorrem, em média, de 40 a 50 dias de nevoeiros, sendo que 30 pertencem ao outono e inverno. Nas serras, a formação de nevoeiros vai depender da topografia (ascensão orográfica), sendo, às vezes, um fenômeno local. Nas regiões a oeste do Estado, o número médio anual de nevoeiros fica em torno de 20 dias.

Em âmbito local, recorreu-se ao trabalho de BARROS SARTORI (1981: 41), que apresenta bases mais genéticas para o fenômeno. Enfoca a frequência, em número de dias, dos sistemas atmosféricos geradores dos diversos tipos de tempo, cujos

resultados foram obtidos através da análise da circulação regional.

Conclui que o regime do tempo é imposto pelos Sistemas Extratropicais (Frentes e Massas Polares), com uma maior participação em número de dias (334) no ano analisado, em relação aos Sistemas Intertropicais (31 dias). Os Sistemas Extratropicais atuaram mais ou menos com a mesma frequência, em todas as estações do ano, na forma de Massa Polar Atlântica, enquanto os Sistemas Intertropicais atuaram, quase que com exclusividade, nas fases pré-frontais e não mais do que durante 2 dias consecutivos.

Isso é importante conhecer, uma vez que os nevoeiros, segundo o que já foi revisado até aqui, dependem de condições específicas da atmosfera, refletidas nos tipos de tempo, que, por sua vez, dependem da circulação atmosférica regional.

Estas considerações serviram de ponto de partida para a avaliação das causas genéticas dos nevoeiros na região central do Rio Grande do Sul, uma vez que, pela identificação dos tipos de tempo, a partir dos procedimentos acima mencionados, possibilitou-se a análise do fenômeno.

Dos 15 tipos de tempo definidos para a região, os que registram, segundo BARROS SARTORI (1981: 103-104-106), a formação de nevoeiros são: Tempo Anticiclônico Polar Típico, Tempo Anticiclônico Polar Pós-Frontal e Tempo Frontal Estacionário.

#### 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

O município de Santa Maria, está localizado no centro geográfico do Rio Grande do Sul, a 29° 20' 28" e 30° 00' 16" de

latitude sul e 53° 30' 22" e 54° 19' 32" de longitude oeste. Está numa posição privilegiada para o estudo climático, visto refletir a circulação atmosférica regional.

A região abrange três grandes unidades de relevo: o topo do Planalto Meridional Brasileiro, o rebordo do Planalto e a planície da Depressão Central.

O topo do Planalto é o compartimento de relevo que apresenta as maiores elevações (entre 340 a 520 m), ocupando o setor norte do município, com superfície fracamente ondulada e drenada pela bacia hidrográfica do rio Toropi, tendo o rio Guaçupi como principal afluente. Em função da morfologia, do clima úmido e da presença da densa rede fluvial, a vegetação é predominantemente de campo, capões e matas-galerias.

O rebordo do Planalto Meridional Brasileiro (Serra Geral) ocupa a porção centro-norte do município. Constitui-se no compartimento de maior energia do relevo, caracterizando-se como serra, cuja morfologia de montanhas, vales e morros-testemunhos resultou de processos morfogenéticos de clima seco (no passado) e de clima úmido (no presente), associados à intensa erosão fluvial, à presença de fraturas e falhas, como também à erosão diferencial nas rochas vulcânicas e sedimentares. A vegetação original é de floresta subcaducifólia subtropical (primária ou secundária), devido às condições favoráveis ali encontradas: chuvas mais abundantes, grande umidade do ar, maior frequência de nevoeiros, proteção às mudanças bruscas de temperatura, tanto no inverno quanto no verão.

A Depressão Central ou Periférica é o compartimento de

relevo mais baixo e o que abrange a maior área do município. Caracteriza-se, morfologicamente, por coxilhas (colinas), colinas tabulares e planícies aluviais, sendo constituída por sedimentos gondwânicos da Bacia do Paraná, e drenada por parte das redes hidrográficas do rio Vacacaí (sul), Ibicuí-Mirim (oeste) e Vacacaí-Mirim (leste). A vegetação original predominante é de campos, capões e matas-galerias, estas últimas presentes junto aos riachos e banhados.

De acordo com a classificação de Koppen (apud Ayoade, 1986: 232-233), o clima do município de Santa Maria pertence ao grupo Cfa, sendo:

"C=clima temperado chuvoso e quente, onde o mês mais frio apresenta temperatura média entre -3oC e 18oC, e o mês moderadamente quente com uma temperatura média acima de 10oC;  
f=sem estação seca, úmido o ano todo;  
a=verão quente, onde o mês mais quente apresenta temperatura média maior que 22oC".

Buscando-se mais objetivamente parâmetros específicos para a caracterização climática da área, lança-se mão dos indicadores encontrados em PEREIRA et alii (1985: 19) e BARROS HARTORI (1979):

- invernos frios, com temperatura média do mês mais frio entre 13oC e 15oC e média das mínimas entre 8oC e 10oC;
- verões quentes, com temperatura média do mês mais quente superior a 24oC, média das máximas variáveis entre 28oC ao norte (Planalto) e 32oC no restante do município e máximas absolutas superiores a 40oC;
- temperaturas médias anuais entre 18oC e 20oC no centro-sul e entre 18oC e 16oC ao norte do município;
- as precipitações são regulares todo ano, sem estação seca, com índices pluviométricos anuais de 1500 mm e 1750 mm;
- os meses menos chuvosos são março,

novembro e dezembro;  
- os ventos são predominantes do quadrante norte (N e NW) e os mais frios de S e SW, com ocorrência de muitas calmas".

Uma vez que o clima de uma região é resultado da interação entre os fatores estáticos e a dinâmica da atmosfera, há necessidade de se analisar o enquadramento da área de estudo no que se refere à circulação atmosférica regional. De acordo com o critério genético, a classificação de STRAHLER (1974: 246-247) permite inserir o município nas regiões de climas de latitudes médias, que são controladas pelas massas de ar tropicais e polares, pertencendo ao subtipo subtropical úmido.

Mantendo essa abordagem dinâmica do clima, BARROS SARTORI (1980: 41-53) define os sistemas atmosféricos que atuam com maior frequência na região, sendo eles classificados como Sistemas Extratropicais e Intertropicais, de acordo com sua latitude de origem. A frequência em número de dias no ano de cada um desses sistemas varia um pouco sazonalmente, embora ocorra, na maior parte do ano, o domínio dos Sistemas Polares sobre os Tropicais, condicionando a sucessão dos tipos de tempo no Rio Grande do Sul, agrupados por BARROS SARTORI (1981: 101-110) em Tempos Anticiclônicos Polares, e Tempos associados aos sistemas Intertropicais e às Correntes Perturbadas.

Tendo em vista essa organização do espaço físico-natural da área de estudo, verifica-se que muitos são os atributos que favorecem a formação e frequência dos nevoeiros na região.

##### 5. METODOLOGIA E MATERIAIS

A abordagem do fenômeno nevoeiro na região central do Rio Grande do Sul envolve três momentos que se complementam.

Partindo-se da observação da ocorrência de nevoeiros em Santa Maria, buscou-se, no embasamento teórico, suas prováveis causas físicas e genéticas. Nesse primeiro momento, então, estabeleceram-se hipóteses que explicam o fenômeno em estudo, no que se refere às causas de natureza climática e às particularidades morfológicas da região.

A região de Santa Maria foi eleita como indicador espacial para análise, já que, pela sua posição geográfica no centro do Estado, permite detectar o comportamento da circulação atmosférica regional responsável pela gênese dos estados de tempo. Como a época de maior frequência do fenômeno na região é outono e inverno, estabeleceu-se o segmento temporal de referência para análise no período de outono-inverno de 1987.

Para estabelecer as causas locais dos nevoeiros, utilizaram-se dados climáticos diários, que foram obtidos junto à Estação Meteorológica de Santa Maria, pertencente ao Departamento Nacional de Meteorologia e sediada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Esses dados referem-se a: - Pressão atmosférica (mb) das 12 h e 18 h (GMT); - Umidade relativa (%) das 12 h, 18 h e 24 h (GMT); - Insolação (horas); - Temperatura (°C) das 12 h, 18 h e 24 h (GMT); - Temperatura máxima e mínima (°C); - Evaporação (MM); - Pluviosidade (MM); - Vento (direção e velocidade) das 12 h, 18 h e 24 h (GMT); - Nebulosidade (10/10) das 12 h, 18 h e 24 h (GMT); - Nevoeiro; - Visibilidade (m).

Esses dados diários foram utilizados para montagem de gráficos de frequência, com o fim de se processar a "Análise

Rítmica" (MONTEIRO, 1971: 9) resultante do exame contínuo e concomitante dos elementos climáticos.

A par disso, buscaram-se, junto a jornais de circulação estadual e local, imagens do satélite meteorológico GOES-7, fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) ao 8º Distrito de Meteorologia, sediado em Porto Alegre, bem como notícias referentes à ocorrência de nevoeiros. As imagens de satélite foram utilizadas na análise sinótica, pela qual se identificaram os sistemas atmosféricos atuantes na região, durante o período de análise (outono/inverno 1987). Obtidos os sistemas atmosféricos, eles foram plotados junto aos gráficos de frequência, permitindo a associação do comportamento dos elementos climáticos com a Circulação Atmosférica Regional.

Na representação gráfica foram utilizadas as seguintes abreviaturas: MPA - Massa Polar Atlântica; MPV - Massa Polar Velha; MTA - Massa Tropical Atlântica; FPA - Frente Polar Atlântica; FQ - Frente Quente; FE - Frente Estacionária; BE - Baixa Equatorial; AP - Anticiclone Polar; AA - Anticiclone do Atlântico; APA - Anticiclone Polar Atlântico; APAV - Anticiclone Polar Atlântico Velho.

Desta correlação, definiram-se, no segundo momento, os tipos de tempo responsáveis pelos episódios de nevoeiros.

Complementando essas fontes, foram utilizados registros resultantes da observação empírica, diária, realizada em trabalho de campo durante o período proposto para análise (outono/inverno 1987).

Os resultados das análises climáticas conduziram, num

terceiro momento, às causas físicas e genéticas dos nevoeiros na região central do Rio Grande do Sul, e, pela identificação dos episódios de nevoeiros, detectaram-se as repercussões sócio-econômicas advindas da ocorrência do fenômeno.

Uma vez plotados os dados nos gráficos de frequência, estabeleceram-se dois tipos de análise: a análise rítmica e a análise correlativa. A primeira consistiu numa análise concomitante dos elementos meteorológicos e da circulação atmosférica regional, com o objetivo de definir os tipos de tempo, a partir da seleção de episódios e situações esporádicas de nevoeiros. Foi considerada "situação" apenas um dia de ocorrência do fenômeno e "episódio" uma sucessão de dois ou mais dias.

Após estabelecidos esses parâmetros de análise, selecionaram-se 12 episódios e 17 situações esporádicas, dos quais extraíram apenas 3 exemplos de episódios, considerados mais significativos quanto ao tipo genético de nevoeiro e ao comprometimento da visibilidade, para serem aqui enfocados. Deve-se considerar, também, que foram escolhidos apenas os "episódios" para o presente trabalho, por serem mais importantes em termos de repercussão sócio-econômica que as "situações" e por necessidade de síntese. As situações apresentam menor impacto sócio-econômico devido à menor duração da ocorrência; no entanto, são importantes na explicação da gênese dos nevoeiros.

A análise correlativa consistiu na constatação da existência de maior ou menor condicionamento para ocorrência dos nevoeiros em relação a certos valores das variáveis meteorológicas. Essas análises não serão apresentadas neste trabalho.



## 6. A CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA REGIONAL, OS TIPOS DE TEMPO E OS NEVOEIROS

Com o objetivo de fundamentar a análise rítmica, selecionaram-se episódios e situações de nevoeiros, usando como indicador-base a visibilidade.

Através da identificação e análise dos episódios e situações, pôde-se constatar, concordando com SERRA (1978: 121), que somente o estudo conjunto das cartas sinóticas, permite precisar as relações entre as condições atmosféricas e a formação de nevoeiros.

### 6.1 - Seleção dos Episódios e Situações de Nevoeiros para Análise Rítmica

A frequência média dos nevoeiros em Santa Maria, que representa a região central do Rio Grande do Sul, é de 53 dias, segundo MORENO (1961: 41), e ocorrem, principalmente, durante os períodos de outono e inverno (6 meses). Para confirmar ou não essa tendência, realizou-se a contagem dos dias com nevoeiros nos referidos períodos, para o ano de 1987. Constatou-se que houve 67 dias com presença do fenômeno. Nesse caso, não se considera o processo de origem, mas apenas o número de ocorrências.

Comparando-se os dois valores (53 e 67), observa-se que o período escolhido para análise (outono e inverno de 1987) foi bastante significativo no que se refere à frequência do fenômeno. O maior número de ocorrência em relação à média permitiu um universo de informações mais completo para que se alcançassem os

objetivos de identificar os tipos de nevoeiros que mais comumente acontecem na região central do Rio Grande do Sul, bem como suas causas. Por outro lado, a grande frequência do fenômeno permitiu, também, maiores alternativas na escolha dos episódios e situações para análise detalhada.

Da frequência total de 67 dias com nevoeiros no outono/inverno de 1987, selecionaram-se alguns episódios e situações para se realizar análise rítmica.

A seleção dos episódios e situações baseou-se na amarração entre a ocorrência do nevoeiro em dias consecutivos ou esporádicos e a resultante diminuição da visibilidade. Levaram-se em conta aqueles em que os valores da visibilidade eram de 0, 1, 2 e 3 e cujas distâncias são -50 m a +800 m. Adotou-se esse critério porque muitos nevoeiros ocorrem de forma esparsa, não chegando a comprometer a visibilidade. Optou-se também por aqueles dias em que o nevoeiro ocorria de madrugada e pela manhã, podendo ou não manter-se à tarde (Tabelas 1 e 2). Dessa forma, foram ignorados os dias com nevoeiro só pela madrugada, já que, pelo horário, não repercutem significativamente nas atividades humanas, especialmente no que se refere ao tráfego aéreo e rodoviário. Salienta-se, no entanto, que, nas indústrias oleiras e de artefatos de cimento, a ocorrência dos nevoeiros, em qualquer horário, provoca retardo na secagem do produto.

Analisar-se-ão neste trabalho apenas os episódios selecionados.

### 6.2 - Análise dos Episódios de Nevoeiros e dos Tipos de Tempos Associados

TABELA 1: Episódios de nevoeiro identificados no outono/inverno de 1987.

Episódio	Dia/Mês	Visibilidade	Período do dia		
			Ma	M	T
1º	22 a 24/03	3	X	X	
2º	26 a 29/03	2	X	X	
3º	04 a 07/04	3	X	X	
4º	24 a 27/04	2 e 3	X	X	
5º	30/04-01/05	3	X	X	
6º	06 a 07/05	1 e 3	X	X	
7º	27 a 28/05	1 e 2	X	X	
8º	01 a 08/06	1, 2 e 3	X	X	X
9º	08 a 10/07	1 e 2	X	X	X
10º	08 a 09/08	3	X	X	
11º	12 a 14/08	1 e 3	X	X	
12º	25 a 27/08	1, 2 e 3	X	X	X

FONTE: Gráfico de Análise Rítmica

MONTAGEM: Ana Helena Albrecht e Maria Luiza F. Loose  
 Ma = Madrugada M = Manhã T = Tarde  
 Visibilidade: 0 = -50 m 1 = 50 a 300/400 m 2 = até 800 m  
 3 = +800 m

TABELA 2: Situações de nevoeiro identificados no outono/inverno de 1987.

Situação	Dia/Mês	Visibilidade	Período do dia		
			Ma	M	T
1º	1, 17, 20/03	3	X	X	
2º	20, 27/04	3	X	X	
3º	13/05	3			X
4º	15/06	3		X	
5º	14, 24, 31/07	1, 2 e 3	X	X	
6º	27/07	3		X	
7º	29/07	3			X
8º	03, 23/08	3	X	X	
9º	08, 14, 18/09	1, 2 e 3	X	X	

FONTE: Gráfico de Análise Rítmica

MONTAGEM: Ana Helena Albrecht e Maria Luiza F. Loose

Ma = Madrugada M = Manhã T = Tarde

Visibilidade: 0 = -50 m 1 = 50 a 300/400 m 2 = até 800 m

3 = +800 m

Todos os episódios foram definidos tendo como base uma sequência mínima de dois dias e estão apresentados na Tabela 1.

Dos 12 episódios identificados, foram selecionados os

três mais sugestivos para se fazer análise dos tipos de tempo a que estão associados, a saber: 1º) 04 a 07 de abril (nevoeiro de radiação); 2º) 1º a 08 de junho (nevoeiro de radiação/frontal/radiação); 3º) 25 a 27 de agosto (nevoeiro pós-frontal/radiação).

**1º Episódio - 04 a 07 de abril - Nevoeiro de radiação**

O episódio inicia com o domínio da Massa Polar Atlântica, cuja pressão atmosférica atingiu o seu máximo (1010 mb) no dia anterior (dia 3), conforme Figura 1. A situação sinótica observada nas imagens do satélite GOES 7, dos dias 5 e 7 (figuras 2A e 2B), mostra a Frente Polar Atlântica em dissipação no interior do continente, na latitude do sudeste brasileiro, mas ainda ativa no oceano. A Região Sul é totalmente dominada pelo Anticiclone Polar, que, pela sua permanência em latitudes mais baixas, provoca o aquecimento da Massa Polar. Assim, a partir do dia 05, a região fica sob o domínio de uma Massa Polar Velha. Essa circulação atmosférica proporciona, ao longo do episódio, condições de tempo favoráveis à formação de nevoeiro: ventos de leste e sudeste fracos e leves, pressão em alta, tendendo a decrescer, com horas de insolação máxima, de acordo com a época do ano (mais ou menos 10 h), o que permite o aquecimento do ar, elevando-se a temperatura a valores acima de 25°C. A forte insolação é proporcionada pela limpeza do céu durante os dias que compõem o episódio, favorecendo também a forte radiação noturna, o que provoca o abaixamento das temperaturas para menos de 15°C. A grande amplitude térmica diária favorece a formação do nevoeiro, já que a umidade relativa (UR) das 21 h fica sempre entre 75 e 80%. Em contraposição, o aquecimento diurno faz decrescer a UR das

Figura 1 - Ondas barométricas  
1º Episódio - Abril 1987

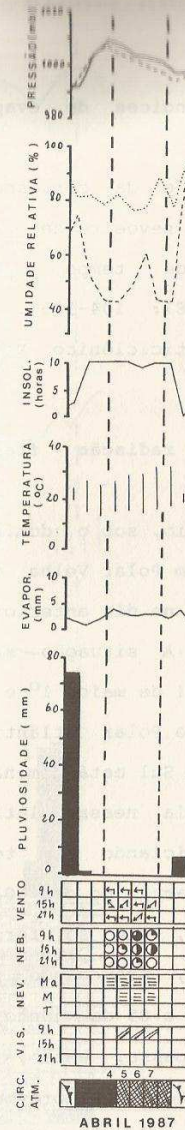
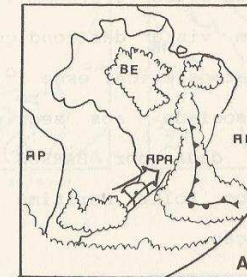
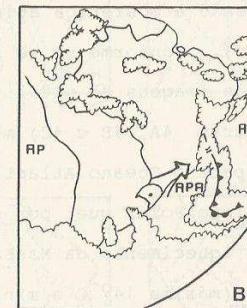


Figura 2 - Imagens de satélite sintetizadas



Dia 5/4/87



Dia 7/4/87

Legenda - Figuras 1 a 6

VENTO	NEBULOSIDADE	VISIBILIDADE	CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA
1 barbela 5 m/seg	○ Limpo	▨ até 800m	■ MPA
☁ NUVENS	☉ Nublado	▨ 50 a 400m	▨ MPV
• SANTA MARIA	● Encoberto	▨ < 50m	▨ MTA
			▨ FPA
			▨ FO
			▨ FE

15 h, o que pode ser correlacionado aos índices de evaporação relativamente altos (6 a 8 mm).

Em vista das condições de tempo e da correspondente circulação atmosférica, esse 1º episódio com nevoeiro de radiação esteve associado aos seguintes tipos de tempo, conforme denominação dada por BARROS SARTORI (1981: 104-105): Tempo Anticiclônico Polar Marítimo e Tempo Anticiclônico Polar em Tropicalização.

**2º Episódio - 1º a 08 de junho - Nevoeiro de radiação - frontal - de radiação**

O episódio apresenta-se, de início, sob o domínio da Massa Polar Atlântica, que se transforma em Polar Velha dia 2, tendo a pressão atmosférica atingido 1010 mb no dia anterior (dia 31 de maio), conforme se vê na Figura 3. A situação sinótica observada nas imagens de satélite dos dias 31 de maio, 1º e 02 de junho (figuras 4A, 4B e 4C) mostra a Frente Polar Atlântica se deslocando para o Oceano Atlântico. A Região Sul está dominada por um Anticiclone Polar que, por sua permanência nessas latitudes, provoca o aquecimento da Massa Polar, propiciando bom tempo e pouco frio (máxima 14º C e mínima 7º C). A partir do dia 03, uma nova Frente Fria (Frente Polar Atlântica), que se formou no extremo sul do Hemisfério, atinge o Brasil, provocando frio e chuvas. Essa frente permanece pelos dias 04 e 05 de junho, como Frente Estacionária (Figura 3). A região passa, então, a ser novamente dominada pela Massa Polar Atlântica, que provoca uma queda nas temperaturas máximas e mínimas (23º C e 14º C). Essa circulação atmosférica proporciona, ao longo do episódio,

Figura 3 - Gráficos estatísticos  
2º Episódio - Junho 1987

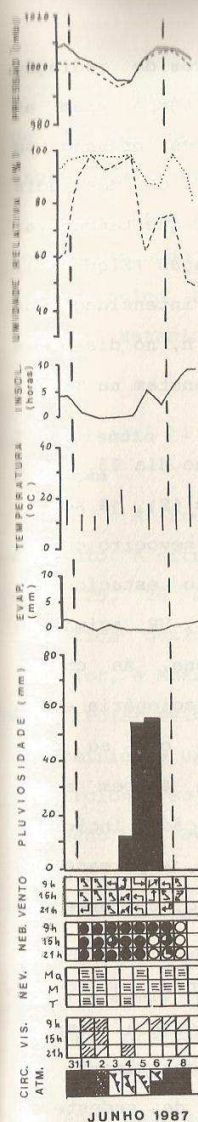
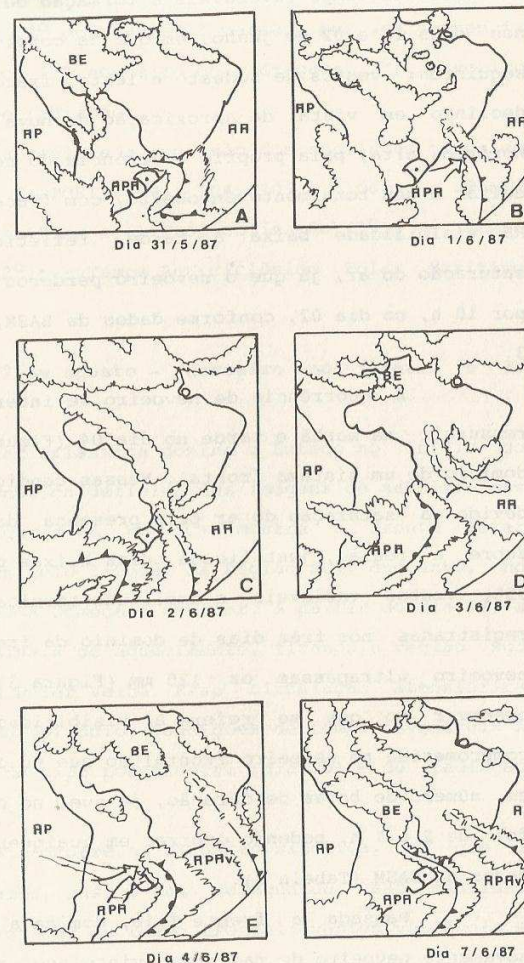


Figura 4 - Imagens de satélite sintetizadas



Des.: M. G. B. S.

condições de tempo favoráveis à formação de nevoeiros de radiação nos dias 1º e 02 de junho, em que as condições de tempo eram as seguintes: ventos de sudeste e leste, fracos e leves, pressão em declínio em vista da aproximação de nova frente, UR dos dois horários alta, pela própria ocorrência do nevoeiro, que também vai deixar o céu totalmente encoberto, com fraca insolação (Figura 3). Há visibilidade baixa à tarde, refletindo a intensidade da saturação do ar, já que o nevoeiro perdurou por 11 h, no dia 1º, e por 10 h, no dia 02, conforme dados da BASM, que constam na Tabela 3.

A ocorrência de nevoeiro se interrompe no dia 03, para ressurgir na manhã e tarde do dia 04 (Figuras 4D e 4E), já sob o domínio de um sistema frontal. Nessas condições, o nevoeiro ocorre devido à saturação do ar pela presença da frente estacionária sobre a região, justificada pelas baixas pressões, UR acima de 95%, ventos variáveis e amplitude térmica pequena. As chuvas registradas nos três dias de domínio da frente estacionária e do nevoeiro ultrapassam os 120 mm (Figura 3). Pelo que se pôde observar no que se refere à visibilidade, ela é bem menos comprometida no nevoeiro frontal do que no de radiação, inclusive em número de horas de duração, já que, no primeiro, a permanência foi de 2 a 7 h, podendo ocorrer em qualquer horário, conforme os dados da BASM (Tabela 3).

Passada a frente fria, domina a Massa Polar e ocorre novamente nevoeiro de radiação, vinculado especialmente à limpeza do céu (domínio da Alta Pressão Polar), ao abaixamento da temperatura, associado à Massa Polar e aos ventos de sudeste e leste (Figura 4F).

Dessa forma, o 2º episódio foi marcado por uma seqüência de 3 tipos de nevoeiro: 1º) nevoeiro de radiação; 2º) nevoeiro frontal; 3º) nevoeiro de radiação.

Essa seqüência reflete a sucessão dos seguintes tipos de tempo, segundo BARROS SARTORI (1981: 104, 105 e 106): - Tempo Anticiclônico Polar Marítimo e em Tropicalização (1º); - Tempo Frontal Estacionário (2º); - Tempo Anticiclônico Polar Marítimo (3º).

### 3º Episódio - 25 a 27 de agosto - Nevoeiro pós-frontal e de radiação

A Frente Polar Atlântica domina o Estado no início do episódio. A situação sinótica definida nas imagens de satélite dos dias 25, 26 e 27 (Figuras 6A, 6B, 6C) mostra a Frente Polar Atlântica deslocando-se pelo litoral da Região Sul, enquanto, no interior, a Massa Polar já começa a dominar. A partir do dia 27, a Massa Polar evidencia sinais de aquecimento, ficando a região sob o domínio de uma Massa Polar Velha. Essa circulação atmosférica proporciona, ao longo do episódio, condições de tempo favoráveis à formação de nevoeiros do tipo pós-frontal (dia 25) e de radiação (26 e 27).

O pós-frontal ocorre na situação sinótica, em que a frente abandona a região, mas, à sua retaguarda, são mantidas ainda algumas características do tempo frontal: ventos variáveis e fracos, pressão e insolação baixas, devido à proximidade do sistema frontal, temperaturas entre 16°C e 20°C, proporcionando pequena amplitude térmica. A UR é alta nos dois horários, acima de

TABELA 3 - Nevoeiros ocorridos em Santa Maria, de março a setembro de 1987

Dias	DURAÇÃO EM NÚMERO DE HORAS POR DIA						
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
01	01		04	11			
02		01h 12		10	01h 36		
03				03h 20			
04				07h 20			
05		02		02h 50			
06		01h 40		04			
07		02h 24	06	04			01
08				04h 10			04
09				02	09	05	
10			02		04		
11			01h 35		04		
12	00h 37						
13		01h 22				04	
14	02h 25						
15	01		02				
16							
17							
18	01						03
19	00h 55						
20	02h 36	01h 55		01	03h 10		
21					02		
22	03	01h 20					
23							
24	02h 10				00h 55		
25		04h 20		03		02	
26		03	00h 25	03		04	
27	02		08	02h 25			01
28	01		03				
29	03h 18						
30			02				
31						01h 20	
Total de horas	24h 01	19h 16	29	58h 10	20h 41	22h 21	09

FONTE: Dados fornecidos pela Base Aérea de Santa Maria, 1987.

MONTAGEM: Ana Helena Albrecht e Maria Luiza F. Loose

90%, refletindo a ocorrência do nevoeiro e a proximidade da frente, e determinando baixa evaporação e fraca insolação. A visibilidade é maior (superior a 800 m) quando comparada aos dias de nevoeiro de radiação (Figura 5), confirmando o que foi verificado no 2º episódio.

Nos dias 26 e 27, passam a dominar a Massa Polar Atlântica e a Massa Polar Velha, respectivamente, ocorrendo, assim, nevoeiro de radiação. As condições de tempo mais ou menos repetem aquelas já vistas no 2º episódio: ventos de leste e sudoeste fracos e moderados, com pressão e insolação altas. A temperatura mínima eleva-se mais rapidamente que no episódio anterior, mas a amplitude térmica se mantém alta, favorecendo a formação de nevoeiro. A UR das 21 h dos dias anteriores (25 e 26) acha-se entre 91% e 94%, significando teor de umidade elevado, o que facilita a saturação do ar pelo resfriamento noturno, que, por sua vez, é favorecido pela pouca nebulosidade. Confirmando o que já foi dito anteriormente, a visibilidade (até 800 m) fica mais comprometida nos dois dias de nevoeiro de radiação (26 e 27) do que no pós-frontal (25), conforme mostra a Figura 5.

Assim, o 3º episódio apresenta nevoeiro pós-frontal, seguido pelo de radiação, associado aos seguintes tipos de tempo, conforme BARROS SARTORI (1981: 104-105): - Tempo Anticiclônico Polar Marítimo e Tempo Anticiclônico Polar em Tropicalização.

Figura 5 - Gráfico correlativo  
3º Episódio - Agosto 1987

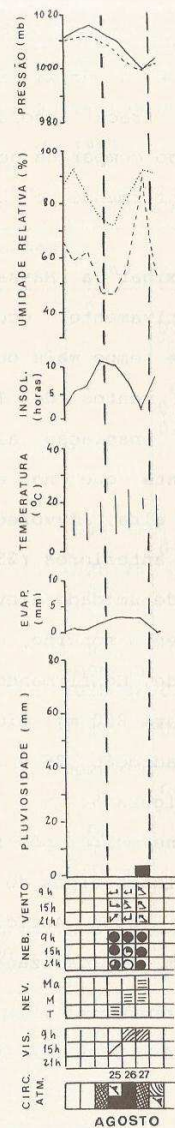
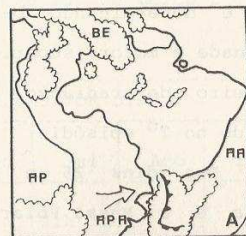
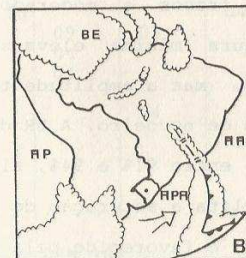


Figura 6 - Imagens de satélite  
sintetizadas



Dia 25/8/87



Dia 26/8/87



Dia 27/8/87

Des.: M.G.B.S.

## 7. REPERCUSSÕES SÓCIO-ECONÔMICAS DOS NEVOEIROS NA ÁREA DE ESTUDO

### 7.1 - Problemas de Natureza Social

O objetivo geográfico deste trabalho conduziu também à análise de aspectos de natureza humana relacionados à ocorrência do nevoeiro, uma vez que o fenômeno repercute na área sócio-econômica. Com o propósito de verificar a sua importância nessa área, fez-se levantamento dos problemas advindos dos nevoeiros através das notícias de jornais local (a Razão) e estadual (Zero Hora) e de entrevistas informais junto a instituições oficiais e empresas, como: 3ª Companhia de Polícia Rodoviária Estadual - DAER, sediada em Santa Maria, Base Aérea de Santa Maria e indústrias de Olaria de pequeno e grande porte e de artefatos de cimento.

A análise da repercussão sócio-econômica forneceu informações importantes a respeito dos problemas produzidos pelo fenômeno. Com base nas notícias publicadas nos jornais já referidos, editados em 1987 e 1988, pode-se afirmar que os nevoeiros, primeiramente, causam transtornos no trânsito aéreo e rodoviário, como é de conhecimento geral. Em épocas de maior frequência, o fenômeno torna-se uma preocupação, levando os órgãos de comunicação a destacarem o assunto, tal a sua importância. Em certos casos (rodoviários), fazem-se recomendações aos motoristas de como proceder em situações de nevoeiro, especialmente à noite e de madrugada. Eles são orientados quanto aos cuidados especiais

que devem ter na direção, nos dias em que a visibilidade é pouca: diminuir a velocidade, acender os faróis, evitar ultrapassagens, etc., o que exige deles maior atenção, calma e bom senso.

Constata-se, assim, a crença geral de que os nevoeiros exercem grande influência no trânsito, onde a falta de boa visibilidade, associada à imprudência dos motoristas, representa fator determinante para muitos acidentes nas estradas, os quais, na maioria das vezes, resultam em vítimas fatais.

Em vista disso, procurou-se melhor fundamentar essa relação, buscando-se dados sobre acidentes e colisões junto à 3ª Companhia de Polícia Rodoviária Estadual - DAER, sediada em Santa Maria, no Km 135, número 1948, da RS 509 e que tem como área de atuação a BR 287 e a RS 509. Em entrevista informal com seu comandante, Capitão Nélio Astor Jaehn, em novembro de 1989, tomou-se conhecimento de que, ao contrário do que era previsto, o número de acidentes diminui em dias de nevoeiro. Segundo informações fornecidas pelo soldado Gilberto Gonçalves Alves da Sessão de Desenho, da referida Companhia, os motoristas têm maior cuidado na direção nos dias de pouca visibilidade, tomando várias precauções, sendo a principal delas a diminuição da velocidade. Complementando as informações verbais obtidas, foi feita coleta de dados referentes ao número de acidentes que ocorreram em dias de nevoeiro, no ano de 1987, e que são a seguir relacionados:

- Entre os quilômetros 03 e 04 da BR 287, no trecho Santa Maria - São Pedro, às 5 h 30 m do dia 07 de abril de 1987, houve séria colisão resultando em morte;

- Entre os quilômetros 04 e 05 da BR 287 no trecho Santa

Maria - São Pedro, às 09 h 30 m do dia 06 de junho de 1987, houve colisão, com lesões corporais;

- Entre os quilômetros 207 e 208 da RS 509, no trecho Santa Maria - Restinga Seca, às 07 h 50 m do dia 27 de abril de 1987, houve atropelamento de animal, com lesões corporais.

Conforme ainda informações obtidas com o soldado Gilberto, nos dias de nevoeiro ocorre maior número de atropelamento de animais, pela falta de visibilidade. Deve-se ainda levar em consideração que atropelamentos de animais somente são registrados na Polícia Rodoviária, se, em consequência, houver resultado lesões corporais.

Pode-se ver, assim, a partir desses dados, que o número de acidentes vinculados a situações de nevoeiro é insignificante, pelo menos nas rodovias sob inspeção da 3ª Companhia de Polícia Rodoviária Estadual - DAER, de Santa Maria.

Segundo a percepção do soldado Gilberto, resultante de sua observação pessoal na área sob jurisdição da 3ª Companhia, é entre os quilômetros 187 e 188 da RS 509, nas proximidades da entrada para o Arroio do Só, distrito de Santa Maria, que os nevoeiros apresentam-se mais densos e, portanto, com menor visibilidade. Pressupõe-se que o espessamento dos nevoeiros nesse local se deva ao relevo de planície e à proximidade dos morros.

O nevoeiro, como já foi mencionado anteriormente, apesar de toda a tecnologia hoje utilizada, também compromete o trânsito aéreo, pois, tolhendo as necessárias condições de teto e visibilidade para pousos e decolagens, causa transtornos nos aeroportos.

Com o objetivo de obter informações mais concretas e



objetivas a esse respeito, procurou-se a Base Aérea de Santa Maria, mais especificamente, o Destacamento de Proteção ao Vôo, em novembro de 1989. Respondendo pelo setor, o Capitão Antônio Lopes Cavalheiro forneceu importantes dados sobre o fenômeno em estudo.

Segundo o Capitão, a Base Aérea de Santa Maria, por estar localizada em relevo de planície (Depressão Central), próximo aos morros do rebordo do Planalto Meridional, apresenta dificuldades em seus vôos de treinamento e reconhecimento nas épocas de maior frequência dos nevoeiros. O mesmo acontece com os vôos domésticos do Aeroporto de Santa Maria. Dessa forma, o Ministério da Aeronáutica e a Prefeitura Municipal planejam a construção de novo aeroporto no topo do planalto (mais ou menos ao norte do atual), como opção para os dias em que o nevoeiro estiver encobrendo a planície.

O comprometimento das manobras no campo de vôo pode ser verificado na Tabela 3 que mostra as horas em que o aeroporto esteve fechado pela falta de teto e visibilidade, durante o período de análise específico deste trabalho, que é de março a setembro de 1987.

Deve-se salientar, porém, que, para o Destacamento de Proteção ao Vôo, somente é considerado nevoeiro aquele cuja visibilidade é inferior a 1000 metros. Acima disso, é considerado névoa úmida.

No Brasil, o exemplo mais importante (e de grande repercussão) dos transtornos causados pelos nevoeiros, no campo da aviação, é o do Aeroporto Internacional de Cumbica em São Paulo, que, nas épocas de temperaturas mais baixas (outono-inverno), é

constantemente fechado pela falta total de visibilidade, desviando-se a atividade para o Aeroporto de Viracopos, em Campinas (SP), ou o de Congonhas.

É devido a esses problemas que se destaca a importância das análises ambientais para a escolha mais adequada dos locais para construção de aeroportos. Será necessário, porém, que os resultados de tais análises venham a ser respeitados, o que não aconteceu no caso do de Cumbica em São Paulo.

## 7.2 - Problemas de Natureza Econômica

Além dos transtornos no tráfego aéreo e rodoviário, detectou-se também influência significativa de nevoeiro em determinadas atividades desenvolvidas pelo homem, mais especificamente nas indústrias oleiras e de artefatos de cimento existentes em Santa Maria.

As olarias da região podem ser classificadas como de grande, médio e pequenos porte. Foi feito, então, um levantamento dos problemas que enfrentam nas épocas de nevoeiro, através de entrevistas espontâneas.

Dentre as informações, destacam-se as obtidas com o Sr. Vitor Zanini, proprietário da Construtora Zanini, possuidora de uma olaria de pequeno porte localizada na faixa de Santa Maria - São Pedro, nº 525. Salientou, primeiramente, o fato de que existem, na região de Santa Maria, em torno de 10 olarias de grande porte, 14 de médio e mais de 40 de pequeno. De acordo com o Sr. Zanini, são as olarias de pequeno e médio porte que mais prejuízos têm com a ocorrência de nevoeiros frequentes e duradouros, por não possuírem fornos de secagem, sendo essa feita

em pavilhões cobertos, mas de livre circulação do ar. Nas estações de menor umidade do ar, a secagem da argila moldada leva em torno de 10 dias; já, no período mais úmido, demora até mais de 40 dias, pois a argila absorve a umidade do ar, amolecendo o tijolo. Em consequência, a produção é reduzida.

Apesar disso, não ocorrem grandes prejuízos na indústria, que, aproveitando a seqüência de dias de nevoeiros, aumenta as entregas das encomendas. Segundo, ainda, o Sr. Zanini, o tijolo secado naturalmente tem melhor qualidade, por apresentar maior resistência, do que o secado em estufa.

Em olarias de grande porte, já não existem muitos transtornos. Conforme informações obtidas com a Diretora da Indústria de Cerâmica Kipper S.A., Sr<sup>a</sup> Rosane Kipper, situada na sede do Distrito de Camobi (Santa Maria), no início da estrada que dá acesso a Arroio Grande, a olaria possui tecnologia suficiente e adequada para impedir que sua produção seja prejudicada nos dias de nevoeiro. Quando há muita umidade no ar, são utilizados os fornos de secagem para o material produzido. Entretanto, o tijolo de melhor qualidade, para ser utilizado "a vista" (sem rebocar), não suporta secagem artificial, que provoca o aparecimento de "fissuras". Com isso, a indústria, para não perder clientes e manter a oferta, faz estoque desse material de melhor qualidade durante as estações de menor umidade no ar (primavera e verão).

Na área de artefatos de cimento como pré-lages, postes, moirões, pavilhões pré-moldados, pavi-s, pedra sextavada, meio-fio, bloco windsdais, os transtornos e conseqüentes prejuízos provocados pela seqüência de dias com nevoeiro são maiores que nas

olarias. Isso foi evidenciado em entrevista informal com o Sr. Ildo Moro, gerente de vendas da COFRAN: Engenharia, Projeto, Construção e Incorporação Ltda., cujos escritórios se localizam na Avenida Ângelo Bolson, 1666.

Comparando com as olarias, as indústrias de artefatos de cimento são mais prejudicadas pelo nevoeiro, por não possuírem fornos de secagem nem pavilhões para proteger o material. Do ponto de vista econômico, para a indústria não é viável a aquisição desses fornos pelo seu alto custo e porque, como nas olarias, a secagem artificial diminui a qualidade do produto. No caso das pré-lages, a resistência do material é imprescindível. A própria areia utilizada para a fabricação de artefatos de cimento de Santa Maria é de má qualidade durante as estações mais frias (outono-inverno), quando a umidade é maior. O material danificado, durante esse período, é cortado e reaproveitado pela indústria em segmentos menores. Com isso, o prejuízo a ser considerado não ocorre por desperdício de material ou por maior dispêndio de dinheiro para produção. No entanto, pode haver maior gasto, quando da utilização de produto especial que auxilie no processo de secagem do material, pelo fato de esse produto apresentar alto custo. Como consequência, a indústria diminui sua produção nesses dias, mas paga seus empregados como se estivessem trabalhando normalmente. A fim de minimizar esses transtornos, a referida indústria pretende construir pavilhões para proteger, dentro do possível, a sua produção. No momento, são utilizadas lonas de proteção para não umidificar demais o material, principalmente em situações de chuva.

## 8. CONCLUSÕES

O estudo do fenômeno atmosférico nevoeiro, abordado aqui como uma das variáveis que caracterizam e individualizam os meios ambientais no Rio Grande do Sul, permitiu, através da análise dos resultados, atingir os objetivos propostos no início do trabalho. Salienta-se, no entanto, que as avaliações finais foram formuladas de acordo com o material disponível ao longo da investigação.

Num primeiro momento, buscou-se identificar os tipos de nevoeiros que caracterizam a região em estudo através da análise rítmica e tendo como base a fundamentação teórica. Assim, considerando a hipótese de que os tipos de nevoeiros que ocorrem na região central do Rio Grande do Sul são os nevoeiros de radiação, advecção, inversão elevada e frontal, pôde-se comprovar que os tipos que ocorrem mais comumente na região são os nevoeiros de radiação, frontal e pós-frontal. Entretanto, quer-se salientar aqui que não foi possível identificar todos os tipos de nevoeiros que seriam prováveis de ocorrer, como, por exemplo, os de encosta e os de inversão elevada. A ausência de aparelhos meteorológicos e a impossibilidade de observações em locais apropriados não permitiram que se obtivessem os dados climáticos necessários à identificação desses últimos tipos.

Num segundo momento, procurou-se identificar as causas físicas e genéticas dos nevoeiros que ocorrem na região central do Rio Grande do Sul, através da análise rítmica e análise correlativa dos episódios e situações selecionados ao longo do período do outono-inverno de 1987. Nesta fase, foi possível

definir os tipos de tempo favoráveis à formação de nevoeiros, bem como os que condicionam a ocorrência de tipos específicos.

Estas hipóteses foram comprovadas, uma vez que se constatou, através de análise dos dados climáticos, de imagem de satélite e observações empíricas diárias, no período em estudo (outono e inverno de 1987), que a circulação atmosférica regional define tipos de tempo específicos que condicionam a ocorrência de nevoeiros característicos. Assim, concluiu-se que:

- os nevoeiros de radiação estão associados ao Tempo Anticiclônico Polar Marítimo e ao Tempo Anticiclônico Polar em Tropicalização;
- os nevoeiros frontais estão associados ao Tempo Frontal Estacionário;
- os nevoeiros pós-frontais associam-se ao Tempo Anticiclônico Polar Pós-Frontal.

A partir da definição dos tipos de tempo, pôde-se constatar, através da análise das cartas sinóticas, que a região em estudo, assim como toda Região Sul, se caracteriza pelo domínio dos Sistemas Polares sobre os tropicais, na maior parte do ano.

Constatou-se, também, que a ocorrência de chuvas frontais estacionárias ou de passagem lenta favorecem a formação de nevoeiros frontais na região, e que a amplitude térmica define melhor a relação entre nevoeiro e temperatura, apresentando-se baixa nos nevoeiros frontais e pós-frontais e alta nos nevoeiros de radiação.

Analisando os gráficos de análise rítmica (Figuras 1, 4 e 15) e a Tabela 3, montada a partir de dados fornecidos pela BASM, constatou-se que a maior ou menor densidade dos nevoeiros,

medida pelo valor da visibilidade, não vai caracterizar tipos específicos. No entanto, verificou-se que, nos nevoeiros frontais, a visibilidade é bem menos comprometida do que nos nevoeiros de radiação, inclusive pelo maior tempo de duração dos mesmos.

A esses fatos de natureza climática somaram-se aqueles de natureza social e econômica, através dos quais observam-se os reflexos provocados pelos nevoeiros na região central do Rio Grande do Sul, nos anos de 1987 e 1988.

O levantamento da repercussão sócio-econômico-ambiental se constituiu no terceiro momento da análise, quando se pôde verificar que, no trânsito rodoviário, diminuem os acidentes em dias de nevoeiros, porque os motoristas têm maiores cuidados ao volante. Por outro lado, aumenta o número de atropelamento, principalmente de animais, causados pela falta de visibilidade.

Em relação ao trânsito aéreo, ficou comprovado o quanto ele é prejudicado nos dias de ocorrência do fenômeno, quando a falta de visibilidade provoca o fechamento dos aeroportos, ocasionando atraso e cancelamento dos vôos. Por isso, ressalta-se, mais uma vez, a importância da escolha de local apropriado para instalação dos aeroportos.

Quanto aos problemas causados nas indústrias oleiras e de artefatos de cimento, constatou-se que são as olarias de pequeno e médio porte que têm maiores prejuízos com a ocorrência de nevoeiros freqüentes, por não possuírem tecnologia adequada, ou seja, fornos de secagem artificial, necessários porque a umidade excessiva não permite que o tijolo seque naturalmente. Isso já não ocorre nas olarias de grande porte, onde há maior tecnologia.

Pôde-se verificar, no entanto, que as indústrias de artefatos de cimento são os segmentos que têm maiores prejuízos durante as estações mais frias (outono/inverno), quando há maior umidade e os conseqüentes nevoeiros. As indústrias, por não acharem viável a aquisição de fornos de secagem artificial, devido a seu alto custo, e também por não possuírem pavilhões adequados para estocagem do material, são obrigados a paralisar sua produção nos dias de nevoeiros.

Assim, acreditando haver atingido os objetivos propostos, considera-se que os resultados obtidos poderão servir como subsídios para os órgãos governamentais e empresariais, para que, cientes das causas dos nevoeiros e dos problemas por eles ocasionados conscientizem-se da importância da análise ambiental. Esta deveria sempre orientar as tomadas de decisão para escolha de locais mais apropriados para a construção de obras relacionadas com atividades que possam vir a ser prejudicadas pela ocorrência freqüente de nevoeiros, já que o homem ainda não pode impedir sua formação.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, L. C. de. **Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, Serviço de Informação do Ministério da Agricultura, 1930. p. 88.
- AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. São Paulo, Difel, 1986. p. 157-158.
- BARROS SARTORI, M. da G. **O Clima de Santa Maria: do regional ao urbano**. Dissertação de Mestrado, Departamento de

- Geografia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979. 167p.
- . Balanço Sazonário da Participação dos Sistemas Atmosféricos em 1973, na Região de Santa Maria, RS. Santa Maria, **Ciência e Natura** (2): 41-53, Universidade Federal de Santa Maria, 1980.
- . A Circulação Atmosférica Regional e as famílias de tipos de tempo identificadas na região centraldo Rio Grande do Sul. Santa Maria, **Ciência e Natura** (3): 101-110, Universidade Federal de Santa Maria, 1981.
- BLAIR, T. A., & FITE, R. C. **Meteorologia**. Rio de Janeiro, Livro Técnico, 1964. p. 128 a 132 - 285 a 287.
- BRUNT, F.R.S. D. **Climatologia**. Traduzido por Carlos E. Prélat e E. Oscar Leporati. Madrid, ESPASA-CALPE, s/d. p. 157 a 186.
- CAMARGO, A. P. de. **Meteorologia Física-Prática**. Faculdade de Agronomia e Zootecnia "Manoel Carlos Gonçalves", 1º ano. Pinhal, 1971. p. 5 a 7.
- CHEDE, F. C. **Manual de Meteorologia Aeronáutica**. ETA, Editora Técnica de Aviação Ltda., 1968. p. 157-160.
- FORTES, A. B. **Geografia Física do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Livraria do Globo, 1959. p. 197-198.
- MACHADO, F. P. **Contribuição ao Estudo do Clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, IBGE, 1950. p. 46.
- MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. Diretoria das Rotas Aéreas. **Manual de Meteorologia para Pilotos**. Rio de Janeiro, 1966. p. 92 a 96.
- MONTEIRO, C.A. de F. **Análise Rítmica em Climatologia: Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. São Paulo, Instituto de Geografia da USP, 1971.

- 21p. (Série Climatologia, 1).
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura do RS, 1961. p. 23-41.
- NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil, Região Sul**. Vol. 5. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1977. p. 72-73.
- PEREIRA, P.R.B. et alii. **Contribuição à Geografia do Município de Santa Maria: compartimentação geomorfológica**. Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Geociências da UFSM, Santa Maria - RS, 1985. 77p.
- RIEHL, H. **Introduction to the Atmosphere**. Estados Unidos, McGraw-Hill Book Company, International Student Edition, 1965. p. 85-89.
- SERRA, A. **Climatologia do Brasil**. **Boletim Geográfico**, Nº 256, Rio de Janeiro, IBGE, Jan/mar, 1978. p. 118 a 139.
- STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. Barcelona. Edições Ômega, 1974. p. 246-247.
- TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia Descritiva: Fundamentos e Aplicações Brasileiras**. São Paulo, Nobel, 1937, reimpresso em 1948. p. 183 a 187.
- VIERS, G. **Climatologia**. Barcelona, Oikos tau Ediciones, 1975. p. 89-94.

**RESUMO: CAUSAS FÍSICAS E GENÉTICAS DOS NEVOEIROS NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

O nevoeiro, como fenômeno climático e geográfico, auxilia na caracterização do meio-ambiente e repercute no campo sócio-econômico. Sua ocorrência depende de diversas causas de

natureza física e dinâmica da atmosfera, bem como de condições de superfície que possibilitem sua formação, motivo pelo qual sua densidade e frequência variam no tempo e no espaço. Tendo em vista as preocupações atuais com a qualidade do meio-ambiente, buscou-se identificar as causas da ocorrência e frequência dos nevoeiros no Rio Grande do Sul e suas conseqüências, escolhendo-se Santa Maria como indicador espacial da região central do Estado do Rio Grande do Sul. O período de análise foi o outono-inverno de 1987. As causas de natureza climática conduziram aos condicionantes genéticos dos tipos de tempos resultantes da circulação atmosférica regional, obtidos através da técnica de "análise rítmica". Verificou-se que os tipos de nevoeiros que ocorrem mais comumente na região são os de radiação, frontal e pós-frontal. Constatou-se que sua maior ou menor frequência, densidade e permanência representam importante papel nas atividades humanas, tanto de natureza social quanto econômica, refletindo no tráfego aéreo e rodoviário, bem como nas indústrias oleiras e de artefatos de cimento.

Palavras Chave: clima; nevoeiro; meio-ambiente; repercussão sócio-econômica; causas físicas e genéticas.

**ABSTRACT: PHYSICAL AND GENETICAL CAUSES OF FOGS AT  
CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL**

Fog, as climatic and geographic phenomenon, helps in environments characterization and reflects in socio-economic plan. Its occurrence depends on several causes of physical and dynamic nature of atmosphere, as well as surface condition that makes possible its formation, reason by which its density and frequency varies in time and space. Having in mind current preoccupations with the quality of environments, this paper identifies the causes of fog occurrences and frequency in Rio Grande do Sul and its consequences, having been choosed Santa Maria as Rio Grande do Sul State central region spacial indicator. The analysis period was 1987 autumn-winter. Climatic nature causes directed to genetic conditioning of the types of weather resulting from regional atmospheric circulation, got thought techniques of "rhythmics analysis". It was observed that types of fog more frequent in the region were radiation, front and post-front ones. It was evidenced that higher and lower permanency, frequency and density signify an important fact in the human activities, so social as economic, reflecting in the aerial and highroad traffic, as well as in the cement artefact and pottery industry.

Key Words: climate; fog; environment; repercussion socio-economic; physical and genetics causes.