

# CONDIÇÕES GEOAMBIENTAIS, OCORRÊNCIA DE NEBLINA E ACIDENTES EM RODOVIAS PAULISTAS

*HELMUT TROPPEMAIR\**

## **Resumo**

O presente trabalho aborda a neblina quanto à gênese, ocorrência no espaço e no tempo e a conseqüente redução de visibilidade, associada a acidentes em rodovias paulistas, seja no decorrer do ano, da semana ou das horas do dia. Tipos de acidentes e tempo disponível para frear concluem o trabalho.

**Palavras chave:** Neblina, Acidentes rodoviários, Rodovias Paulistas.

## **Abstract:**

### **Environmental Conditions, Fog Incidence and Accidents at São Paulo State Roads**

This paper shows the incidence of fog, its genesis and distribution in space and time as well as the reduced visibility. These facts are associated to accidents on São Paulo State roads, the incidence during the year, week and hours of day, also the different types of accidents on fog-days and the available time necessary for stop.

**Key words:** Fog, car accidents, São Paulo Roads.

---

\* Professor Titular de Biogeografia do Departamento de Geografia, UNESP, IGCE, Rio Claro-SP

## INTRODUÇÃO

Neblina é um fenômeno meteorológico comum em todo o Estado de São Paulo que, situado em latitude de trópico, é sujeito a invasões de massas polares e tropicais. Sua ocorrência, conforme o local, pode ser observada de forma constante, quase que diariamente, como na Via Anchieta, no Alto da Serra do Mar, ou esporadicamente nas demais áreas do estado, seja no Vale do Paraíba, na Serra da Mantiqueira ou no Planalto Ocidental Paulista.

A ocorrência de neblina se intensifica especialmente nos meses de inverno, de maio a setembro, quando as massas polares atuam com maior força e frequência.

Ao contrário das chuvas, que têm ação limpadora, a neblina provoca alta concentração de partículas de água em suspensão, associadas, muitas vezes, à fuligem proveniente de queimadas como a da cana, de forma que a cor branca (predomínio de partículas de água) adquire uma cor branca/cinzenta. Notamos este efeito combinativo também sobre cidades e distritos industriais, especialmente quando, como no sul do Brasil, há queimada de carvão. Quando o teor de fuligem for muito acentuado, a cor da neblina pode adquirir coloração amarela/marrom contribuindo, nesta situação sensivelmente para a redução da luminosidade. É comum ainda, em Distritos Industriais associarem-se óleos e o ácido sulfúrico (poluente secundário) que, ao se depositarem sobre a vegetação provocam a morte dos mesmos. Edifícios e monumentos igualmente são afetados. Nas rodovias a neblina é responsável por numerosos acidentes com grandes perdas materiais e vidas humanas.

A ocorrência da neblina, quando associada às inversões térmicas, cria condições para aprisionar gases tóxicos que podem chegar a concentrações tão elevadas que provocam mortes. (Troppmair, H.; Ferreira, M.E.M.C. 1987).

Em períodos longos, com estas condições, tornando-se quase que permanentes, podem surgir numerosas doenças respiratórias e mesmo câncer do pulmão conforme estudos realizados na Alemanha (Koch, E., Vahrenholt, F., 1983).

Não é só sobre os continentes que a neblina ocorre mas também sobre oceanos em locais onde circulam correntes marítimas frias como a de Humboldt na costa chilena, a de Benguela na África ou a da Califórnia nas costas do Canadá e dos Estados Unidos. Ocorre ainda em áreas de ressurgência, como em Cabo Frio. A água fria do mar em contato com o ar quente e úmido proveniente do continente, leva a formação da neblina que constitui séria ameaça à navegação marítima.

## NEBLINA, MEDIDAS E VISIBILIDADE

A neblina é um processo de condensação pelo encontro de massas de ar ou superfícies quentes e úmidas com outras frias formando gotas microscópicas de 5 a 70 $\mu$ , predominando as de 17,6 $\mu$ , momentos em que ocorre redução acentuada da visibilidade. Se a visibilidade for inferior a 1 (um km) falamos em neblina e se for superior a esta distância (1 a 4 km) é névoa seca que ocorre comumente no Brasil Central na época das queimadas. Em áreas metropolitanas e distritos industriais, onde a fuligem se combina com a neblina encontramos a “fublina”, o “smog” (smoke com fog) dos anglo-saxões (Blüthgen, 1966).

Em escala internacional a visibilidade é dividida em dois grande grupos: neblina até 1 km e névoa de 1 a 4 km. A navegação aérea exige grande detalhamento na visibilidade, por isso são estabelecidos intervalos de 100 em 100 metros, até uma distância de 5.000 metros.

Para outros fins e estudos costumam-se utilizar a escala para visibilidade, abaixo, que apresenta 10 valores: (Blüthgen, 1966).

- 0 - 0 a 50 metros - média geométrica 22,4 metros
- 1 - 50 a 200 metros - média geométrica 100 metros
- 2 - 200 a 500 metros - média geométrica 316 metros
- 3 - 500 a 1000 metros - média geométrica 704 metros
- 4 - 1000 a 2000 metros - média geométrica 1415 metros
- 5 - 2000 a 4000 metros - média geométrica 2830 metros
- 6 - 4000 a 10.000 metros - média geométrica 6630 metros
- 7 - 10.000 a 20.000 metros - média geométrica 14.150 metros
- 8 - 20.000 a 50.000 metros - média geométrica 31.600 metros
- 9 - Superior a 50.000 metros - média geométrica 63.300 metros

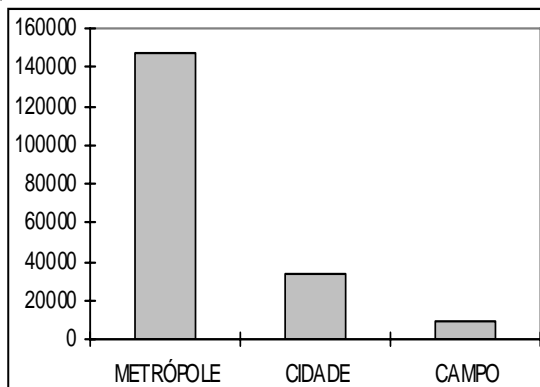
Landolt e Börnstein (1952) realizaram medições verticais sobre a ocorrência de partículas, especialmente em áreas de queimadas como nos campos cerrados e savanas de regiões tropicais, quando verificaram sensível redução de visibilidade até uma altura de 200 metros.

Os dois pesquisadores encontraram nessas áreas os seguintes valores:

- a 500 metros de altura - 350 part. hígricas microscópicas e 45 part. sólidas de pó/cm<sup>3</sup>
- a 1000 metros - 250 e 10 part/cm<sup>3</sup>
- a 2000 metros - 100 e 3 part/cm<sup>3</sup>
- a 3000 metros - 50 e 0 part/cm<sup>3</sup>

Por estes dados fica patente que as queimadas realizadas anualmente nas áreas de cerrado do Brasil Central, e muitas queimadas junto às rodovias, não só prejudicam a estrutura do solo, como também são responsáveis por acentuada poluição do ar. Basta lembrar das extensas queimadas em março de 1998 no Estado de Roraima, levando a formação de nuvens de fumaça nitidamente detectadas nas imagens de satélite. Também sobre metrópoles e áreas rurais verificamos a existência de partículas. Vejamos: Sobre metrópoles foram encontrados 147.000 partículas/cm<sup>3</sup> (resultado da atividade industrial e do tráfego), sobre cidades médias 34.300 part/cm<sup>3</sup> e 9.500 part/cm<sup>3</sup> sobre áreas rurais (Landolt Börnstein (1952).

**Fig. 1 - Partículas Sólidas Suspensas no Ar por cm<sup>3</sup>**



Por estes dados fica claro que, em áreas serranas, onde se localizam as “estâncias climáticas”, os valores de poluição por partículas são extremamente baixas.

Considerando a dificuldade de realizar pesquisas sobre “visibilidade reduzida” por neblina e fublina, pela falta de aparelhos de alta precisão, Loehle (1941), elaborou uma escala baseada na observação direta DE VISIBILIDADE no espaço geográfico.

**0 - Visibilidade zero**

**1 -** Nota-se, sem identificar, objetos pela variação da reflexão da luz

**2 -** Observa-se manchas escuras na paisagem sem contornos nítidos

**3 -** Possibilidade de reconhecer manchas claras e escuras na paisagem como a diferença do solo ocupado ou não por culturas agrícolas

**4 -** A visibilidade permite reconhecer e distinguir áreas de campo de áreas urbanas.

- 5 - Possibilidade de reconhecer lagos, matas, campos agrícolas, pastagens
- 6 - Rios, estradas e ferrovias são visíveis
- 7 - Possibilidade de distinguir bem a rede formada por rodovias e ferrovias
- 8 - Contornos visíveis de elementos da paisagem como árvores, casas, pontes, etc. a clareza é apenas levemente prejudicada.
- 9 - Visibilidade perfeita com distinção nítida dos contornos de todos os elementos da paisagem.

## TIPOS DE NEBLINA QUANTO À GÊNESE

Analisadas as condições de visibilidade, neblina, névoa e fublina, enfocaremos a neblina quanto a sua origem. Primeiramente queremos deixar claro que não há diferença entre neblina e nuvem, o que varia é a posição do observador. A neblina se estende sobre a superfície enquanto as nuvens se deslocam livremente na atmosfera. Um observador na serra sentirá as nuvens como neblina. (Blüthgen, 1966).

A gênese da neblina, segundo Geiger (1956), pode ser de 7 tipos algumas com ocorrência bem localizada em determinadas regiões do globo, e em condições geocológicas bem definidas.

Em nosso país a neblina está associada a três processos:

- a - Neblina de radiação que se forma a partir de uma massa de ar com características homogêneas, estável e em condições de calma. Ocorre em vales e depressões principalmente sobre pântanos, rios, lagos ou campos úmidos com vegetação densa quando há resfriamento, portanto perda de temperatura por radiação.
- b - Neblina Frontal cuja gênese está ligada ao encontro de duas massas, uma quente e úmida e outra fria e seca.
- c - Neblina Orográfica pode ser uma combinação dos dois processos anteriores, porém sempre associada a relevo acentuado onde, ao amanhecer e anoitecer, ocorrem ventos ascendentes ou descendentes. Como exemplo desse tipo de neblina no Estado de São Paulo podemos citar o alto da Serra do Mar - Via Anchieta, Serra da Mantiqueira e Cuestas do Planalto Ocidental Paulista. (Troppmair, H. 1973).

A ocorrência de neblina nestes locais é próximo, e em alguns anos, superior a 40 dias/ano. Nestes locais a vegetação, seja do ponto de vista da formação ou

associação vegetal, está diretamente ligada a mata de encosta, mais especificamente, à mata de neblina.

Observando cartas climáticas que utilizam na metodologia a classificação de Koeppen (sem levar em consideração a gênese), notamos que fazem referência à ocorrência de neblina. Assim temos para áreas tropicais, e neste caso se inclui o Estado de São Paulo, n = neblina muito abundante como na Serra do Mar e da Mantiqueira e n' = neblina esporádica associada a locais de alto teor de umidade como é o caso do interior.

## A NEBLINA NO TEMPO E NO ESPAÇO

Seja qual for o local, a neblina sempre se apresenta mais densa em dois períodos de: madrugada ao clarear o dia, momento em que a neblina pode se assemelhar a garoa e ao anoitecer quando a temperatura cai sensivelmente com o pôr do sol.

O Atlas Climático de Rio Claro (1996, 1997) aponta em meados do ano nas horas da madrugada entre 5 e 8 horas, 80% a 90% de umidade, temperaturas de 7 a 12°C, calmaria ou brisas muito leves de leste e sudeste. Ao anoitecer praticamente se repetem estas condições, porém com temperaturas pouco menos acentuadas.

No decorrer dos anos de 1996 e 1997 foram realizadas observações e medições no campo e que posteriormente foram comparados com dados (Boletins de Ocorrência de Acidentes) da Polícia Militar Rodoviária. Em dias com ocorrência de neblina anotamos a visibilidade com metragem nas seguintes condições: “visibilidade pouco reduzida”, ou seja, o veículo era visível na proximidade do observador, ao afastar-se, num segundo instante, a visibilidade era bastante reduzida, ou seja, sem contornos nítidos e, num terceiro momento a visibilidade era nula e o veículo desaparecia na neblina. Exemplo: de 0 a 80 metros o veículo é visível, de 80 a 160 a visibilidade o contorno do veículo é bem reduzida diminui gradativamente e, acima de 180 m, sem visibilidade, o veículo desaparece na neblina.

## NEBLINA: OCORRÊNCIA DE ACIDENTES EM RODOVIAS PAULISTAS

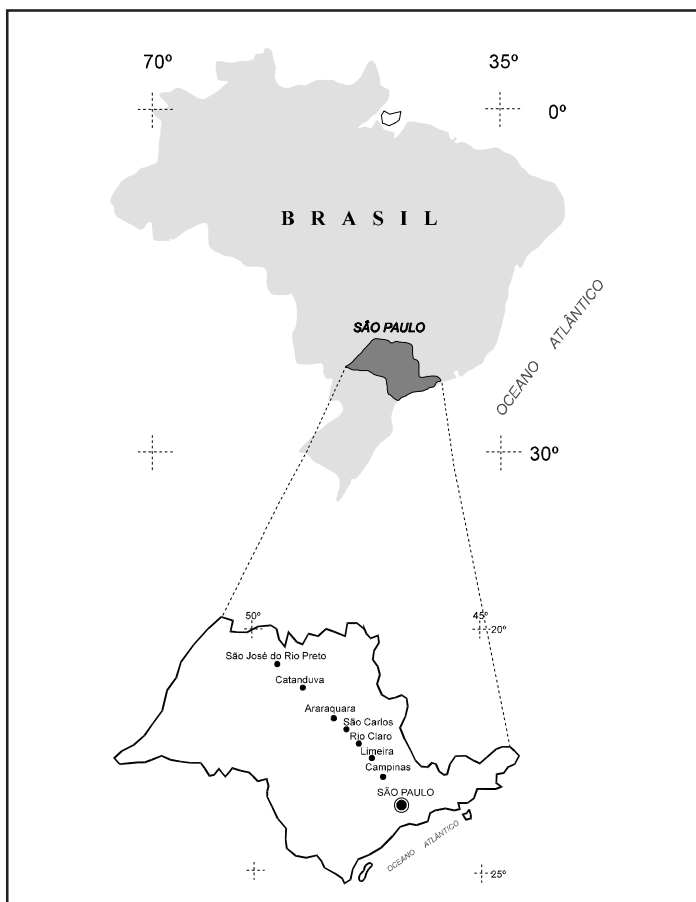
Quanto a densidade da neblina observamos também que nas rodovias que cruzam campo aberto, a neblina é bem fechada e densa, enquanto na mesma hora, na

periferia de cidades, pela proximidade do clima urbano, esta se torna até 50% menos densa, e no centro da cidade, na mesma hora, a neblina inexistente. (Troppmair, H. 1969)

Nos meses de maio e agosto estes três tipos de visibilidade apresentam em média as distâncias de 0 a 80 metros, 80 a 150 m e 150 a 200 metros. Nos meses de junho julho, que são os meses mais frios do ano e com ocorrência de neblinas mais densas, estas faixas de visibilidade baixam para 0 -50 m, 50 a 100 e mais de 100 metros.

Segundo dados fornecidos pela Polícia Militar Rodoviária nos anos de 1996 e 1997 ocorreram, 76 acidentes em dias de neblina a saber: Rodovia Washington Luiz (SP-310), Anhanguera (SP-330) Wilson Finardi (SP - 191). Figura 2

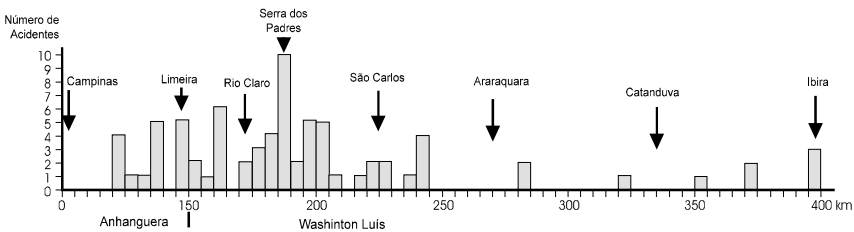
**Figura 2 - Disposição das Cidades ao Longo das Rodovias**



O local de maior número de acidentes foi entre os quilômetros 150 e 200 da Washington Luiz, (33 acidentes), seguida pelo trecho Km 100 a 150 da Anhanguera (17) e os demais acidentes ocorreram em trechos diversos no interior paulista.

Os quilômetros 180 a 185 da Washington Luiz, trecho que corresponde a Serra dos Padres, “cuesta” com 100 metros de desnível entre a Depressão Periférica e o Planalto Ocidental, é o local com maior número de acidentes (Figura 3). Ao declive e curvas acentuadas associa-se a “neblina orográfica”. O alto teor de umidade provem do rio Corumbataí, da vegetação de mata galeria e da mata de encosta (Troppmair, H., Machado L., 1974). Segundo estudos de Oelkers (s.d.) a evapotranspiração de florestas de regiões temperadas acusa 200 a 300 milímetros por ano. Já nas regiões tropicais segundo Wuest (1922) o valor é três vezes maior, ou seja, entre 600 e 900 mm/ano. Os ventos dominantes de sul e sudeste encontrando o degrau de aproximadamente 100 metros, realizam movimento ascendente de 200 a 300 metros quando, carregados de alto teor de umidade, se resfriam e provocam neblina nos meses de inverno e chuvas intensas nos meses de verão. (Troppmair, 1969).

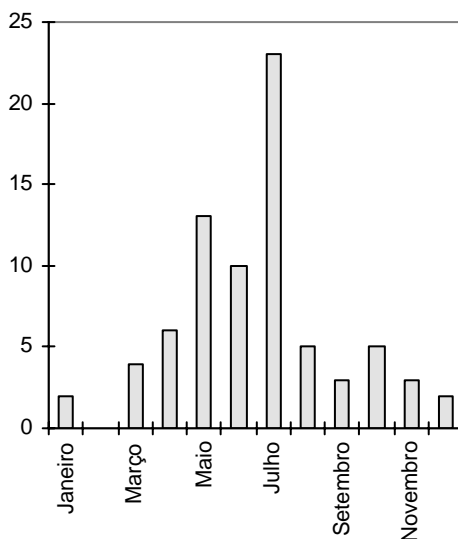
**Figura 3 – Ocorrência de Acidentes por Trechos de 5 km em Dias de Neblina – 1996/97**



Nos quilômetros 100 a 150 da Anhanguera e Km 200 a 400 na Rodovia Washington Luiz a neblina está associada ao corte transversal de vales quando se associam neblinas orográficas e frontais.

O gráfico de ocorrência de acidentes em dias de **neblina no decorrer do ano**, mostra a intensificação nos meses de inverno quando atuam as massas polares, portanto predominam as neblinas frontais, especialmente acentuadas nas “baixadas” que as rodovias cortam. Vejamos os dados da Polícia Militar sobre a ocorrência de acidentes (Figura 4).

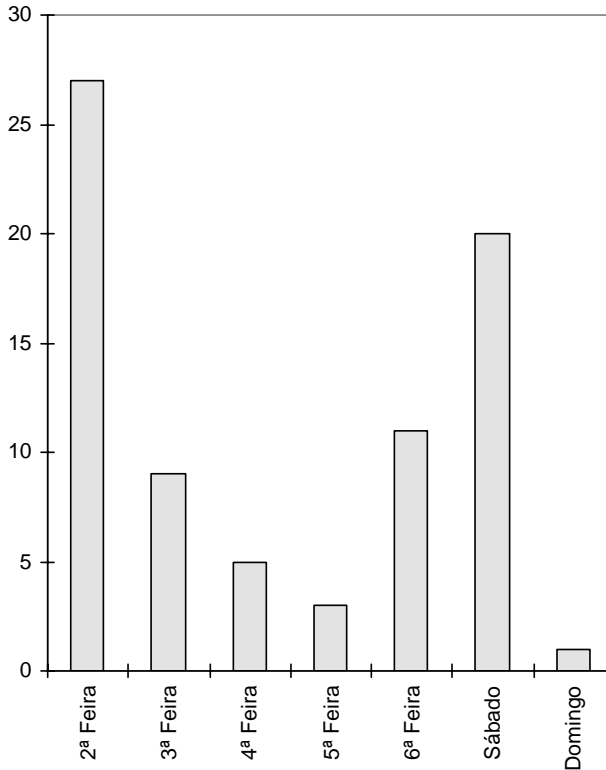


**Fig. 4 – Ocorrência Mensal de Acidentes em  
Dias de Neblinas – 1996/1997**

Jan ... 2	Mai .... 13	Set ..... 3
Fev ... 0	Jun ..... 10	Out ..... 5
Mar .. 4	Jul ..... 23	Nov ..... 3
Abr .. 6	Ago ..... 5	Dez ..... 2 - Total = 76

A ocorrência de acidentes com **neblina em dias de semana** também revela aspectos interessantes. Sabemos que a indústria automobilística lança diariamente centenas de carros ao mercado ficando a maioria na região sudeste e sul. O carro é hoje um meio de transporte comum em todas as classes sociais enquanto os caminhões substituíram os trens ferroviários. No início da semana pessoas e produtos são levados aos grandes centros consumidores, sentido interior - capital (São Paulo, Campinas, São José dos Campos, etc) e nos fins de semana e fluxo se inverte passando a ser capital-interior. A ocorrência de acidentes em dias de neblina deixa patente este fluxo (Figura 5).

**Fig. 5 – Ocorrência Semanal de Acidentes em Dias de Neblina – 1996/1997**

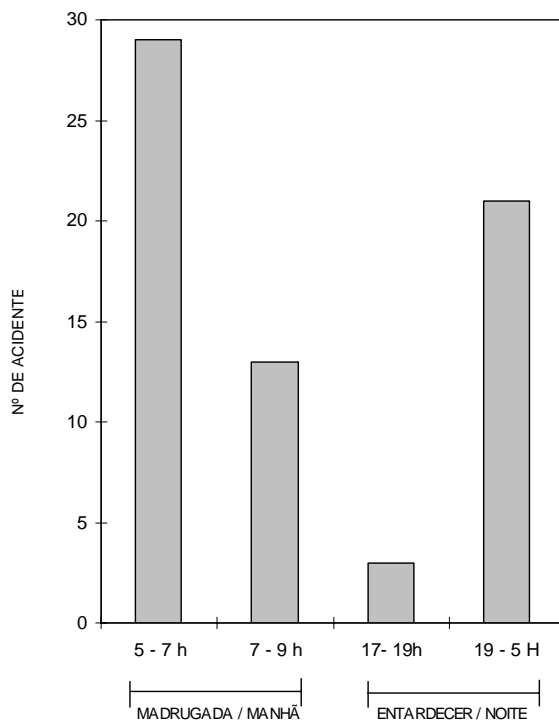


2ª feira: 27 acidentes    6ª feira: 11 acidentes    Total: 76 acidentes  
 3ª feira: 09 acidentes    Sábado: 20 acidentes  
 4ª feira: 05 acidentes    Domingo: 01 acidente  
 5ª feira: 03 acidentes

Verificamos a ocorrência de acidentes no decorrer do ano e da semana, analisamos agora a ocorrência no **decorrer do dia**. A neblina costuma formar-se no início da noite (21 a 23 horas) quando, com o por do sol, a temperatura cai rapidamente especialmente nos meses de inverno. Outro período é a madrugada (5 e 8 horas) quando com o levantar do sol se dá o aquecimento do solo momento em que

há grande absorção de calor, registrando os termômetros as temperaturas mínimas do dia. É nestes dois períodos que ocorre o maior número de desastres: Figura 6

**Fig. 6 – Acidentes em Dias de Neblina no Decorrer do Dia**



madrugada: (5 às 7 horas) - 29 desastres

amanhecer (7 às 9 horas) - 13 desastres

crepúsculo (17 às 19 horas) - 3 desastres

noite (19 às 5 horas) - noite clara estrelada - 21 desastres

- noite escura com nuvens - 11 desastres

O Atlas Climático de Rio Claro (1995/1996) mostrou que a temperatura média nos meses de junho/julho ao entardecer acusa 7 a 12oC e teor de umidade de 80% a 90%, já ao amanhecer as temperaturas variam de 7oC a 9oC e umidade superior a 90%. Quanto ao vento registra-se calma ou no máximo intensidade 1 (vel. 0,3 a 1,5 m/

seg ou 0,8 a 5,4 km/hora). Portanto todas as condições climáticas - temperatura, umidade e vento são favoráveis a ocorrência de neblina. Nota-se que, com o aumento da temperatura, a neblina costuma dissipar-se até as 10 horas.

## **TIPOS DE ACIDENTES EM DIAS DE NEBLINA**

Chamam atenção os tipos de acidentes que ocorrem em dias de neblina. É sabido que em tais condições os motoristas diminuem a velocidade e dobram a atenção, assim as batidas causam especialmente danos materiais porém, com poucas vítimas. Nos 76 acidentes em 1996/97 houve envolvimento de 115 veículos com danos materiais, registrando-se 51 feridos e 4 mortos.

Os tipos de acidentes em ordem decrescente foram: capotamento e tombamento, batida em barranco, batida traseira ou lateral (as vezes com veículo estacionado na pista ou apenas metade no encostamento), animais na pista e outros motivos. Todos estes acidentes atestam que a causa principal foi a falta de visibilidade, pois o intervalo de tempo entre percepção do obstáculo e a freada, é extremamente curto como passaremos a expor.

## **VISIBILIDADE EM DIAS DE NEBLINA E TEMPO PARA FREADA**

Nos 76 acidentes registrados no Boletim de Ocorrência da Polícia Militar verificamos que a visibilidade era relativamente boa (2 casos), visibilidade “regular” em 27 casos e visibilidade “má” em 47 casos.

O que significa “visibilidade regular e má” em dias de neblina e de que forma implica no tempo para frear. Citamos um exemplo. Se houver uma visibilidade “regular” de 300 metros e mais 300 metros de visibilidade “má” (total de aproximadamente 600 metros), esta distância é percorrida (ou tempo disponível para frear) em 21 segundos na velocidade de 50 Km/hora, 13,5 segundos a 80 Km/h, 10,8 seg a 100 Km/h e 9 seg a 120km/h.

Construímos a seguinte tabela correlacionando distância de visibilidade (considerando 50% de visibilidade “regular” e 50% de “má”) com o tempo disponível em segundos para frear. (TABELA 1)

**Tabela 1: Visibilidade Total (Regular+má) em Metros**

Visibilidade -->	600 m	500 m	400 m	300 m	200 m	100 m
	regular + má 300m + 300m	regular + má 250m + 250m	regular + má 200m + 200m	regular + má 150m + 150m	regular + má 100m + 100m	regular + má 50m + 50m
50 km/h	21,0 seg	17,0 seg	14,0 seg	10,7 seg	7,1 seg	3,5 seg
80 km/h	13,5 seg	11,2 seg	9,0 seg	6,7 seg	4,5 seg	2,2 seg
100 km/h	10,8 seg	9,1 seg	7,2 seg	5,5 seg	3,6 seg	1,8 seg
120 km/h	9,0 seg	7,5 seg	6,0 seg	4,5 seg	3,0 seg	1,5 seg

Nossa percepção é muito rápida - fração de segundos - porém a atividade motora é lenta, ou seja, o movimento para frear e a força do veículo exige segundos para estacionar o carro, o que não permite evitar o choque em dias de neblina com visibilidade reduzida (regular e má). É sabido que o consumo de álcool pelos motoristas reduz ainda mais a reação dos movimentos.

## CONCLUSÃO

O trabalho exposto permite chegar as seguintes conclusões:

- 1 - A neblina é um fenômeno meteorológico associado a elevada umidade, resultado de evapotranspiração da cobertura vegetal, de extensas superfícies líquidas e áreas encharcadas e/ou elevação acentuada do relevo (serras e cuevas).
- 2 - A neblina, muitas vezes associada a partículas sólidas forma "fublina" que reduz drasticamente a visibilidade que pode ser medida através da escala de Loehle.
- 3 - Dentre os 7 tipos de neblina quanto a gênese ocorrem três no Estado de São Paulo: neblina de radiação, frontal e orográfica.
- 4 - A neblina é mais densa nos meses de inverno e mais acentuada em campo aberto diminuindo gradativamente em direção ao centro das cidades. A madrugada e o anoitecer são os períodos mais propícios à formação de neblina.
- 5 - A neblina é responsável em rodovias paulistas por alto índice de acidentes que ocorrem especialmente em meados do ano, início e fim de semana, amanhecer e entardecer do dia.
- 6 - A neblina representa uma ameaça destacada em locais onde, além da sua ocorrência, há forte declive e numerosas curvas.

- 7 - Os acidentes causam principalmente danos materiais e feridos, sendo relativamente pequeno o número de vítimas fatais.

## BIBLIOGRAFIA

- BLÜTHGEN, J. *Allgemeine Klimageographie*; Ed. Walter de Gruyter e Co; 2ª Ed.;Berlin, 1966.
- GEIGER Das Wasser in der Atmosphäre als Nebel und Nieder schlag (1956). in: BLÜTHGEN, J. *Allgemeine Klimageographie*; Ed. Walter de Gruyter e Co; 2ª Ed.;Berlin, 1966.
- KOCHE.R. ; VARENHOLT, F. *Die Lage der Nation*, Ed. Geo Hamburgo, 1983.
- LABORATÓRIO DE CLIMATOLOGIA *Atlas Climático de Rio Claro*, UNESP, IGCE, Dep. Geografia; Rio Claro; 1996 e 1997.
- LANDOLT, Boernstein. (1952) cit em BLÜTHGEN, J. *Allgemeine Klimageographie*; Ed. Walter de Gruyter e Co; 2ª Ed.;Berlin, 1966.
- LÜZLE, F. *Sichtbeobachtungen von Meteorologischen Standpunkt. Z. angew Meteor/Wetter*, Berlin, 1966.
- OLKERS (s.d.), cit in: BLÜTHGEN, J. *Allgemeine Klimageographie*; Ed. Walter de Gruyter e Co; 2ª Ed.;Berlin, 1966.
- TROPMAIR, H. *Considerações sobre as Condições naturais e alguns Aspectos da Geografia Agrária do Município de Descalvado, SP*, Tese de Doutorado, F.F.C.L. Rio Claro, 1969.
- \_\_\_\_\_. *Estudo Zoogeográfico e Ecológico das Formigas do Gênero Atta (Hymenoptera) com ênfase sobre a Atta laevigata (Smith, 1858) no Estado de São Paulo*. Tese de Livre-Docência, UNESP, Rio Claro, 1973.
- TROPMAIR, H.; MACHADO, M.L. Variação da Estrutura da mata Galeria na Bacia do Rio Corumbataí em relação a Água do Solo, do tipo de Margem e do Traçado do rio. *Biogeografia* n° 8, IG-USP, São Paulo, 1974.
- TROPMAIR, H. ; FERREIRA, M.E.M.C. Cobertura Vegetal, Poluição Aérea e Deslizamentos na Serra do Mar. *Geografia*, vol. 2 n° 23, pp. 117-129, 1987.
- WUEST, 1922 cit in BLÜTHGEN, J. *Allgemeine Klimageographie*; Ed. Walter de Gruyter e Co; 2ª Ed.;Berlin, 1966.