



# LCE 306 – Meteorologia Agrícola

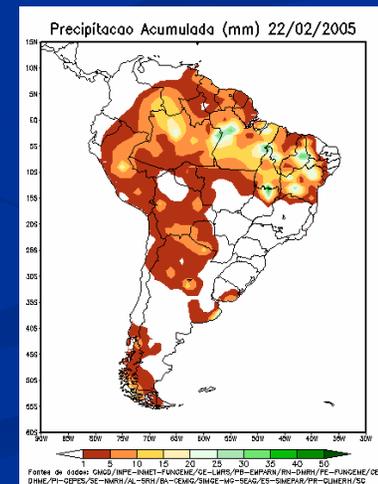
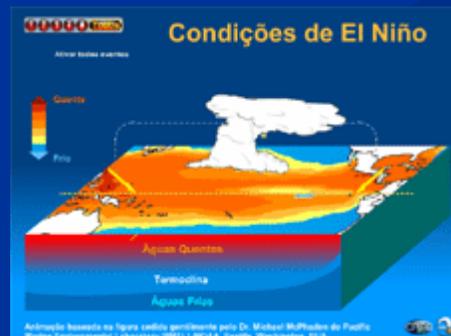
*Prof. Paulo Cesar Sentelhas*  
*Prof. Luiz Roberto Angelocci*



## Aula # 12 (mod)

# Geada

## Ocorrência, Prevenção e Contrôlo



**ESALQ/USP – 2012**

## Efeito da Geada nos Vegetais

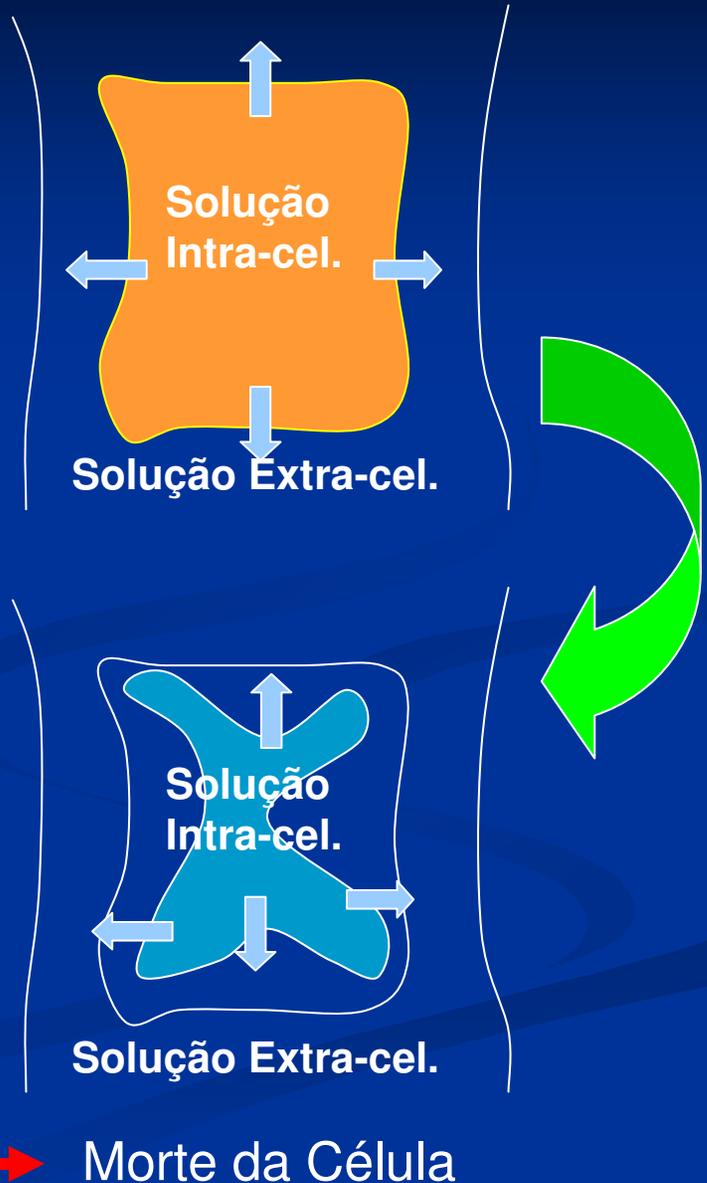
### Morte do Tecido Vegetal

Processo Físico-Químico

Temperatura Letal

Congelamento da solução  
extra-celular

Ocorre desequilíbrio do potencial químico da água na solução intra em relação à solução extra-celular, o que gera um fluxo contínuo da solução intra para a extra-celular



## Efeito da Geada nos Vegetais

### Sinais resultantes desse processo

- Desidratação das células
- Perda do potencial de turgescência
- Redução do volume celular
- Ruptura da membrana plasmática

### Aspectos visuais desses sinais

- Na folha: flacidez e coloração verde escura, passando a ficar seca com o tempo (coloração palha em algumas plantas e marrom em outras).
- No caule: vasos condutores necrosados (escuros)
- Nos frutos: danos generalizados interna e externamente



Dano da geada de canela em roseira



Acima, dano da geada em planta jovem de milho. Ao lado, danos da geada no caule

Robertson, L. D. 1991. SPRING FREEZE INJURY TO IDAHO CEREALS. Univ. of Idaho Coop. Ext. Serv. Bul. No. EXT724.



Fig. 4. Spring-freeze-damaged winter wheat stems showing discoloration below the nodes.



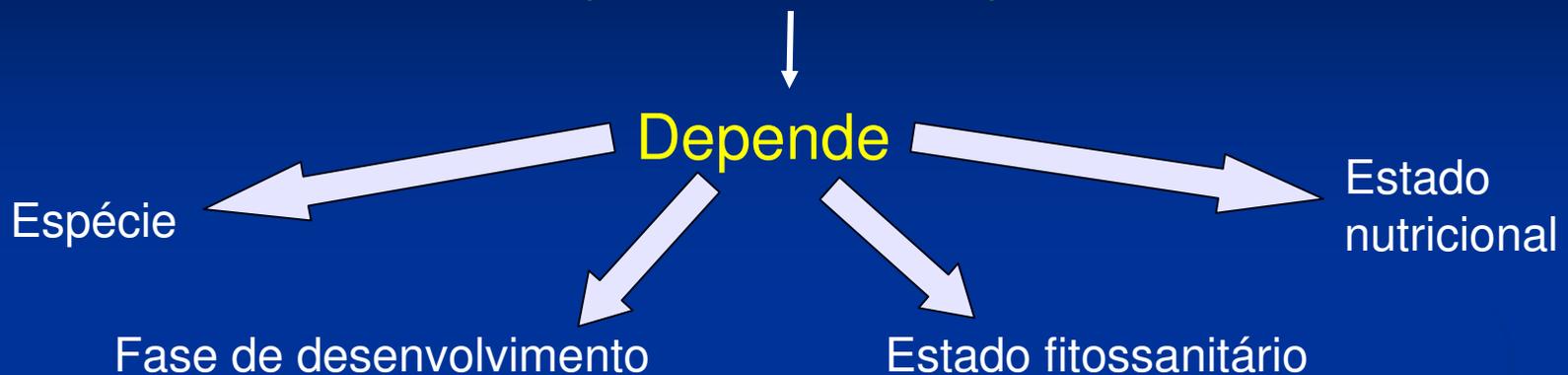
Danos da geada em frutos de maçã

Danos da geada em espigas de trigo (esquerda) e espiga sadia (direita)



Dano da geada em cafezal

## Temperatura Letal dos Vegetais (abaixo de 0°C)



**Temperatura letal de culturas anuais**

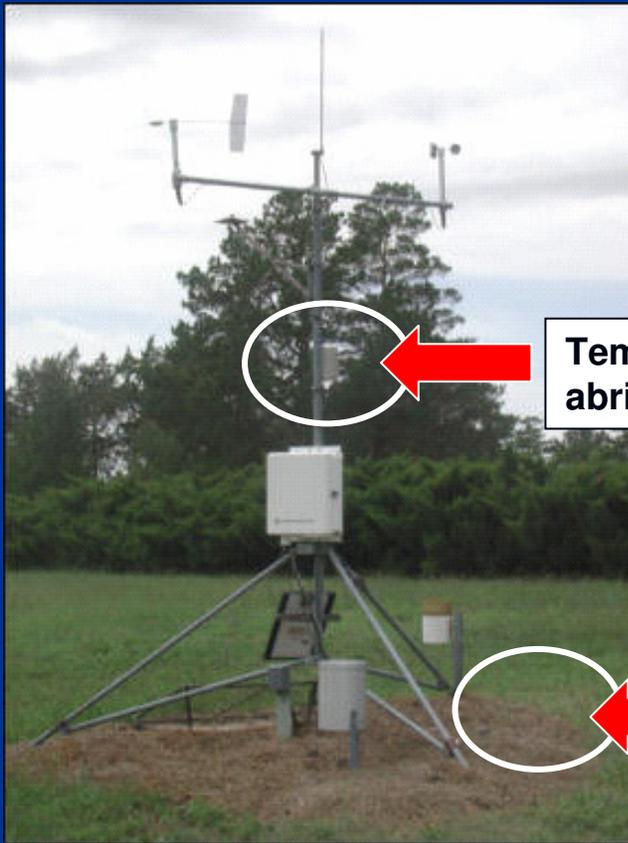
Resistência	Cultura	Germinação	Florescimento	Frutificação
<b>Muito Alta</b>	Trigo	-9	-2	-4
	Aveia	-8	-2	-4
<b>Alta</b>	Feijão	-5	-3	-4
	Girassol	-5	-3	-3
<b>Média</b>	Soja	-3	-3	-3
<b>Baixa</b>	Milho	-2	-2	-3
	Sorgo	-2	-2	-3
<b>Muito Baixa</b>	Algodão	-1	-2	-3
	Arroz	-0,5	-1	-1

**Temperatura letal de culturas perenes**

Cultura	TLetal (°C)
Macieira	-2,5
Bananeira	-1,0
Mangueira	-2,0
Cafeeiro	-4,0
Laranjeira	-5,0

## Diferença média entre a temperatura do ar e a de relva

Estação Meteorológica Automática



Temperatura do ar no abrigo meteorológico

Temperatura da relva

Do ponto de vista agrônomo, considera-se a ocorrência de geada quando a temperatura no abrigo meteorológico é menor que  $2^{\circ}\text{C}$ , o que em noites características de geada corresponde a  $-2^{\circ}\text{C}$  na relva, ou seja, na superfície gramada exposta ao relento.

A diferença média entre a temperatura do ar no abrigo meteorológico e na relva é em média de  $4^{\circ}\text{C}$

**Tar < Trelva**

## Definição

Do ponto de vista meteorológico, geada é quando há deposição de gelo sobre as superfícies expostas ao relento em noites de intenso resfriamento. Neste caso, temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  é o suficiente para provocar a geada.



Do ponto de vista agrônômico, geada é um fenômeno atmosférico que provoca a morte das plantas ou de suas partes (folhas, ramos, frutos), devido à ocorrência de baixas temperaturas que acarretam o congelamento dos tecidos vegetais, havendo ou não a formação de gelo sobre as plantas.

## Tipos de Geada

### Quanto à sua formação

#### ➔ Geada de advecção ou de vento frio

É aquela provocada pela ocorrência de ventos fortes, constantes e com temperatura muito baixa. O principal dano é causado pelo vento, que resseca a parte da planta batida por ele, levando à morte do tecido vegetal nessa área. Ocorre danos apenas na face da planta batida pelo vento frio



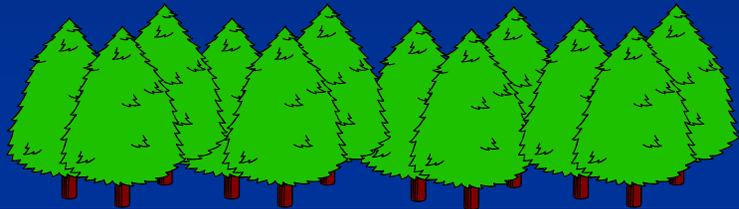
#### ➔ Geada de radiação (mais comum)

É aquela provocada pelo resfriamento intenso da superfície, que perde energia durante as noites de céu limpo, sem vento, com baixa umidade, sob o domínio de um anticiclone semi-estacionário (massa de ar polar = alta polar), com ar frio e seco. Sob tais condições, ocorre a **inversão térmica**, ou seja a Trelva << Tar.



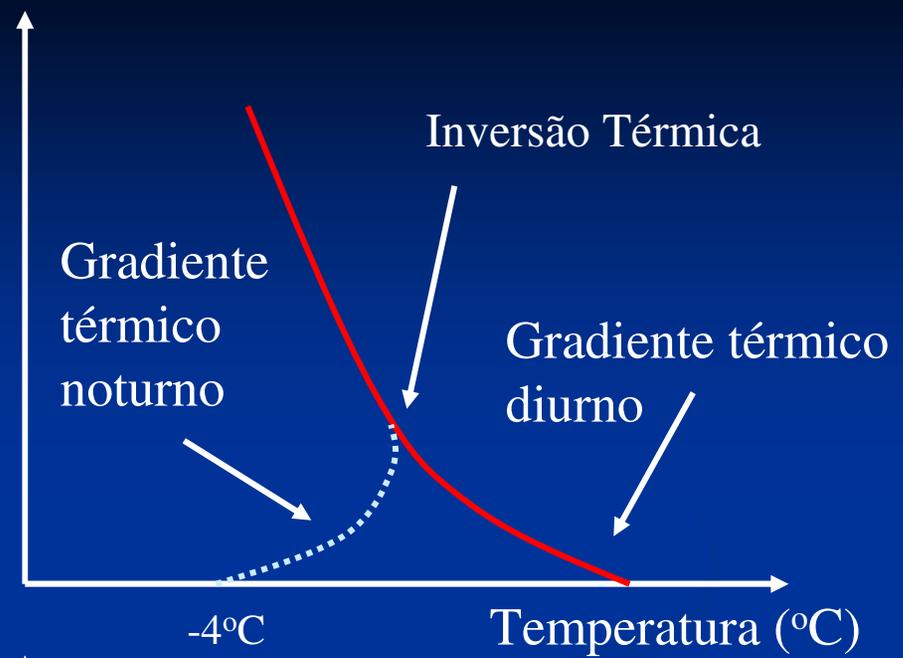


OL

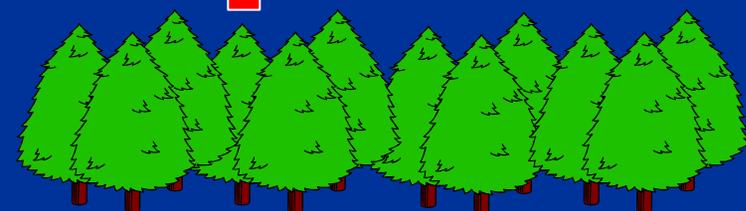


Noite com condições para geada de radiação

Altura (m)

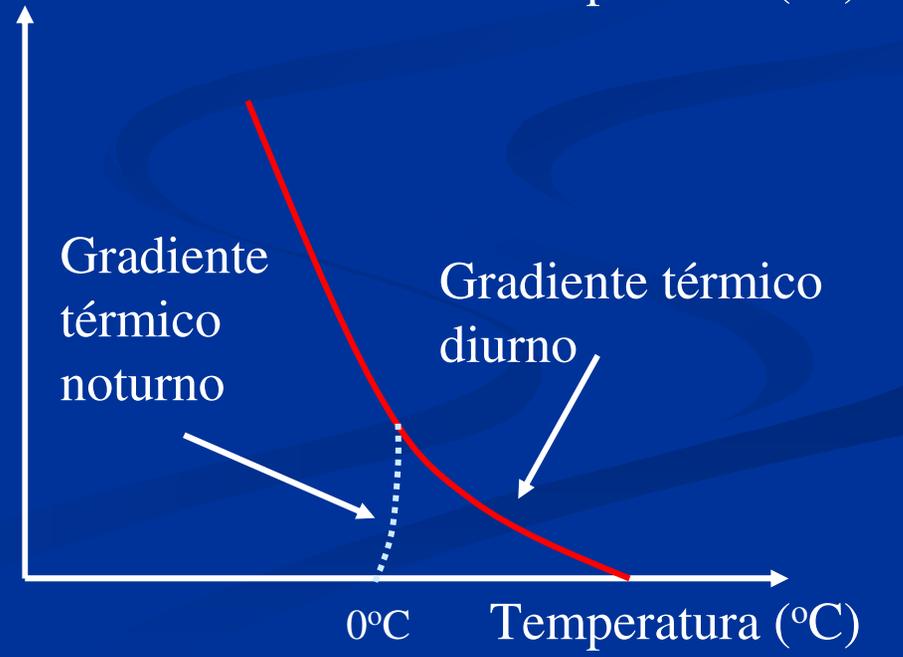


OL



Noite fria mas com nebulosidade, sem condições para geada de radiação

Altura (m)



## ➔ Geada mista

É mais rara, mas é observada quando os processos de geada de advecção e de radiação ocorrem sucessivamente. Primeiro a geada de vento, com a entrada da massa de ar frio, e posteriormente a geada de radiação, quando a alta polar passa a atuar deixando o céu sem nuvens, sem vento e o ar frio e seco.

## ➔ Geada de canela

É provocada pela ação da brisa catabática, que sopra morro abaixo em noites de intenso resfriamento da superfície, promovendo o congelamento da seiva nos vasos condutores do caule das plantas, próximo ao solo (canela da planta). Isso faz com que a parte superior à área atingida seque pois não há mais suprimento de seiva bruta. No caule, na parte inferior à área atingida, há brotação das gemas vegetativas.



Planta jovem de cafeeiro atingida pela geada de canela. Nos detalhes, observa-se a brotação abaixo da área atingida pelo ar frio da brisa catabática.

## Tipos de Geada

### Quanto ao aspecto visual

#### → Geada branca

É quando a geada de radiação ocorre e no ar a concentração de vapor é suficiente para que haja a condensação do vapor d'água nas superfícies e, posteriormente, o seu congelamento. Nesse caso, a temperatura do ponto de orvalho está ligeiramente acima de 0°C. A geada branca é menos severa pois com a condensação e o congelamento da água há liberação de calor latente para o ambiente, reduzindo, desse modo, a taxa de resfriamento, o que faz com que a temperatura mínima não seja tão baixa.



## Tipos de Geada

### Quanto ao aspecto visual

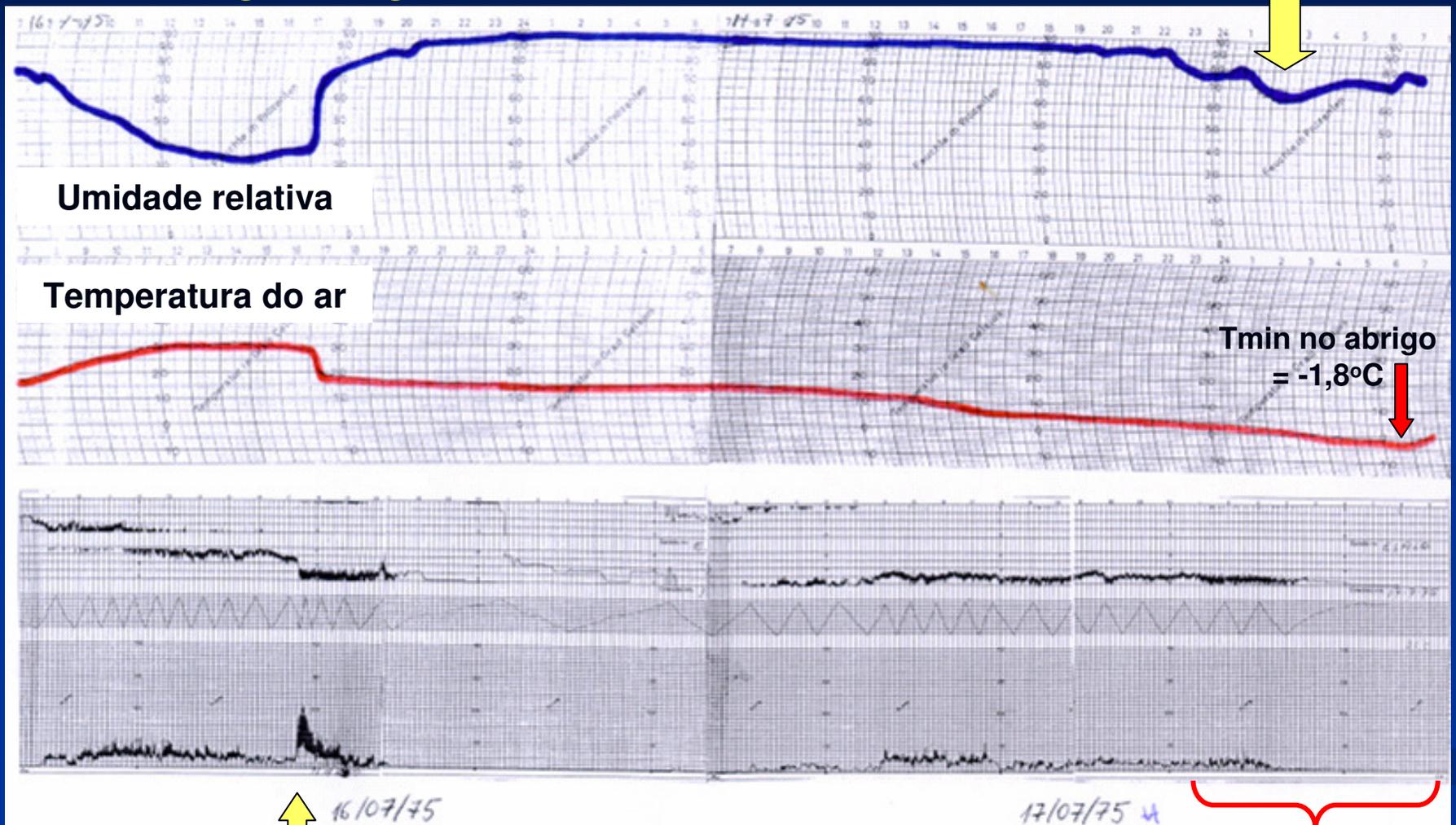
#### ➔ Geada Negra

É quando a geada de radiação ocorre e no ar a concentração de vapor d'água é muito baixa. Nessa condição, a temperatura letal das plantas é atingida antes que haja a condensação do vapor d'água presente no ar (temperatura do ponto de orvalho é menor que a temperatura letal). Assim, ocorre a morte do tecido vegetal sem que haja nas superfícies a formação de gelo. Essa geada é muito mais severa que a geada branca, pois a temperatura atinge valores muito baixos. Esse tipo de geada é mais raro para as condições brasileiras. A última geada negra no Estado de São Paulo ocorreu em 1975.

Aspecto visual das plantas de cafeeiro atingidas pela geada negra de 1975 no Estado do Paraná



### Condições meteorológicas em Piracicaba na geada negra de 1975



Redução da UR à noite

Umidade relativa

Temperatura do ar

Tmin no abrigo = -1,8°C

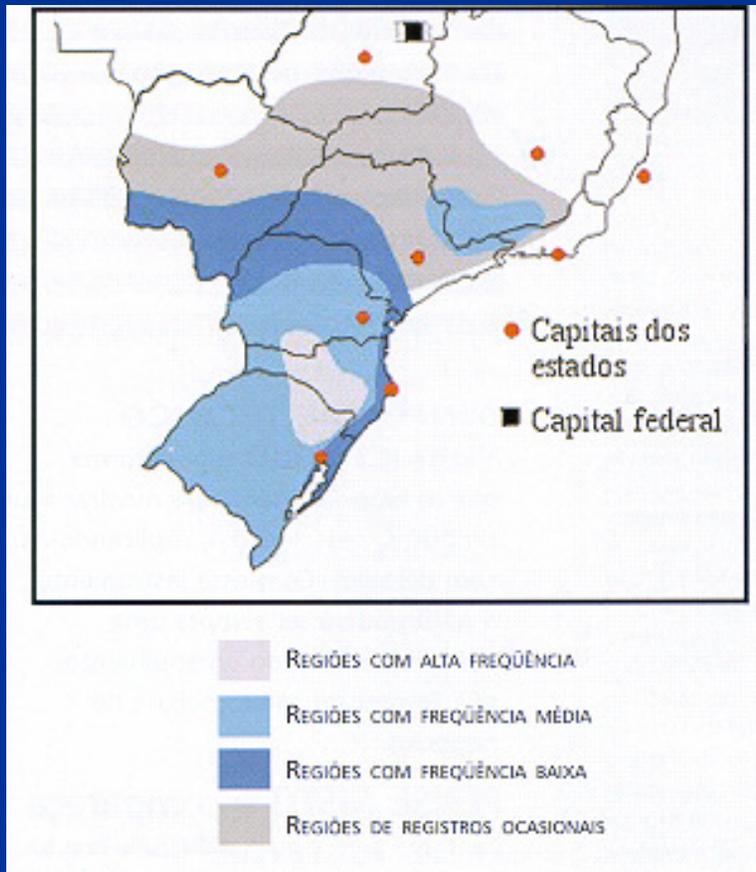
Entrada da Frente Fria

Ação da massa de ar polar: frio, baixa umidade e sem vento

## Fatores de formação das geadas no Brasil

- Fatores Macroclimáticos – relacionados aos fatores geográficos

➔ Latitude: no Brasil as geadas ocorrem nas latitudes maiores que 18°, englobando os estados do RS, SC, PR, SP e parte dos estados de MG, RJ, GO e MS.



- Entre as latitudes de 18 e 20oS, as geadas são esporádicas e normalmente de fraca intensidade.

- Entre 20 e 23oS as geadas correm no inverno e com maior freqüência nas áreas de maior altitude.

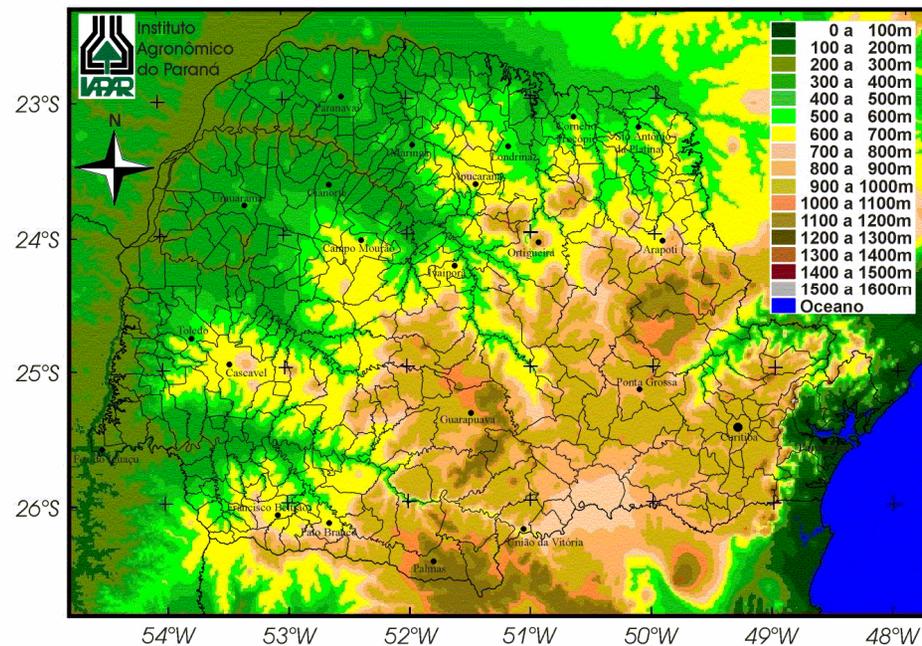
- Ao nível do mar as geadas somente ocorrem em Lat > 23oS.

- Entre as latitudes de 23 e 27oS as geadas ocorrem somente no inverno (geadas normais).

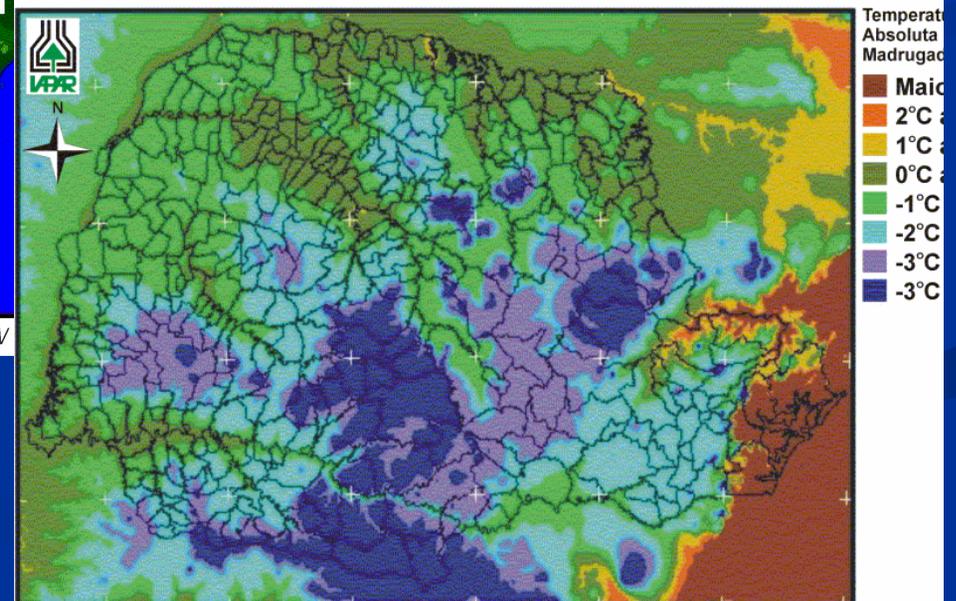
- Nas latitude maiores que 27oS ocorrem as geadas normais e também as precoces (outono) e as tardias (primavera). Essas duas últimas são as mais prejudiciais.

➔ **Altitude:** as geadas ocorrem com maior frequência e intensidade nas áreas de maior altitude. Esse fator, associado à latitude, é que define a frequência de ocorrência de geadas no Brasil, como mostra a figura apresentada no slide anterior.

### ALTIMETRIA DO ESTADO DO PARANÁ

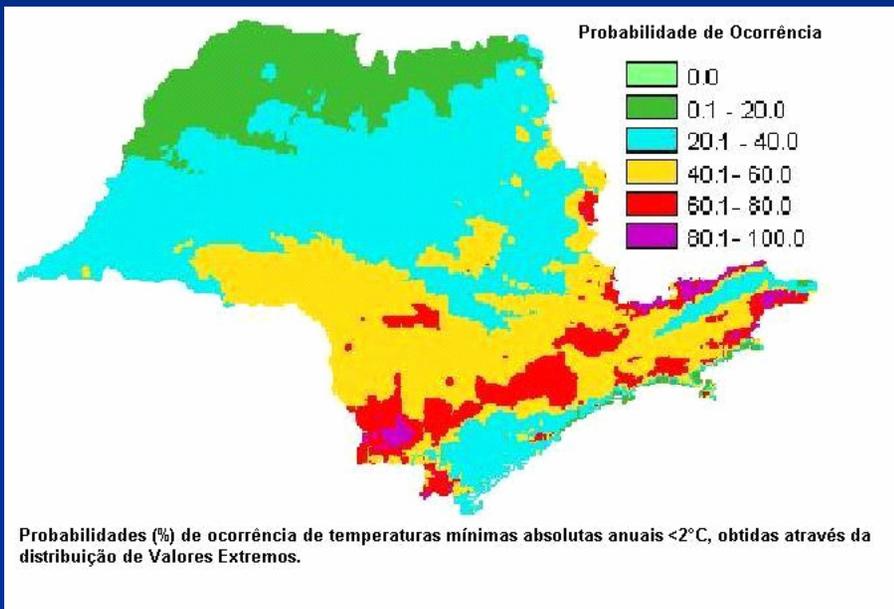


### Intensidade da Geada em 13/07/2000 no Paraná



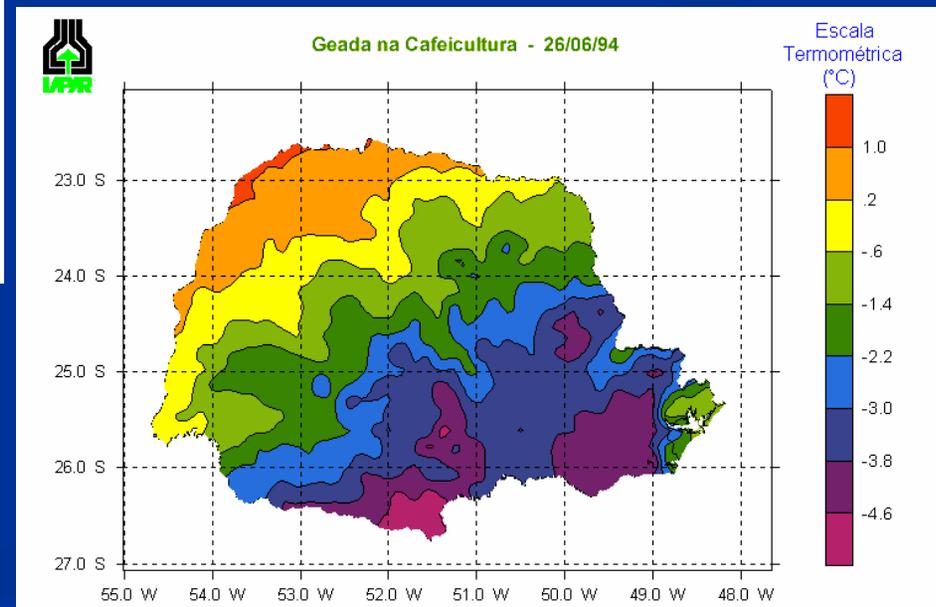
Observa-se alta concordância entre a intensidade da geada de 2000 no Paraná e a altitude do Estado.

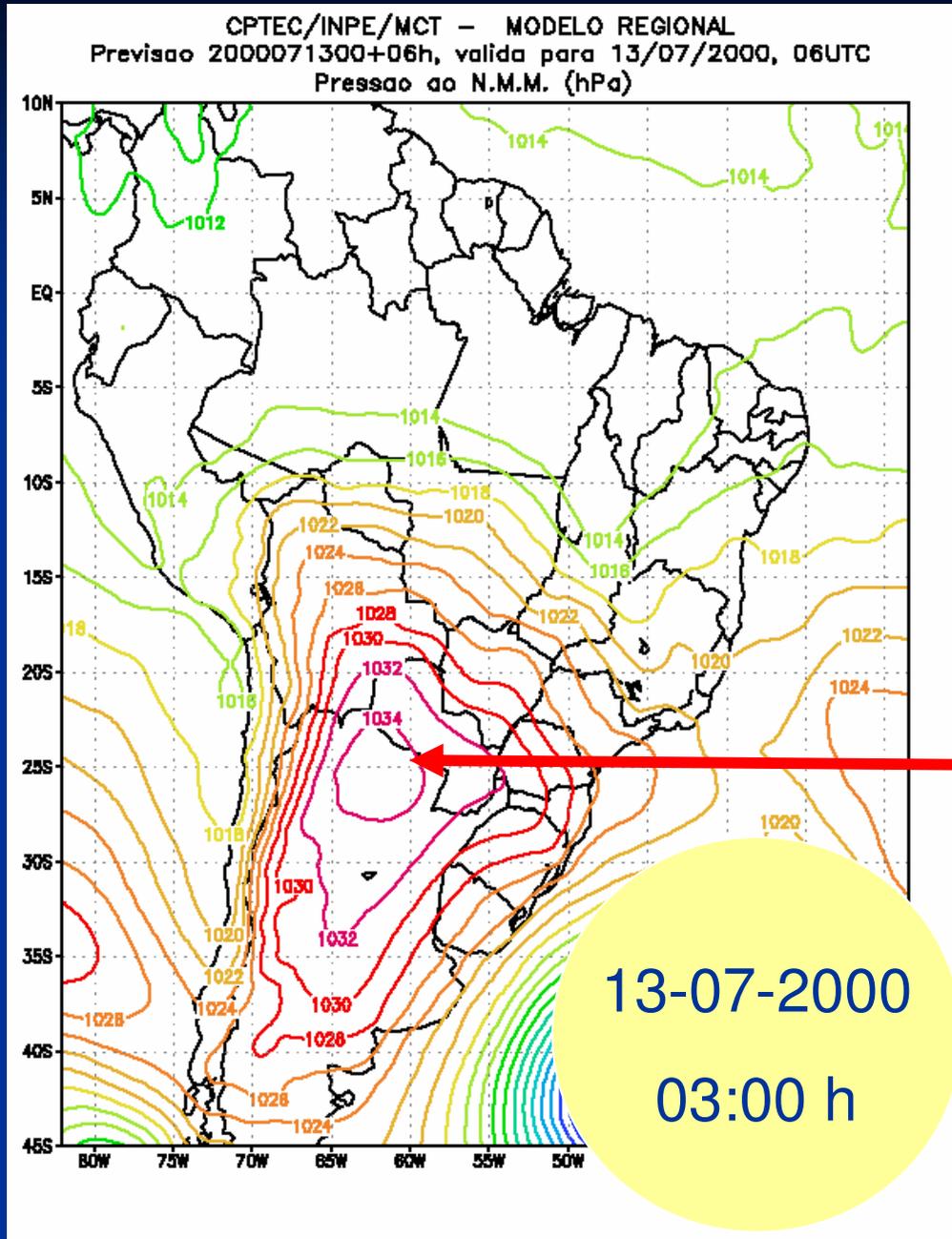
➔ **Continentalidade/Oceanidade:** as geadas mais severas e freqüentes no interior dos continentes do que no litoral. Isso se deve ao efeito termoregulador da água que não permite oscilações bruscas das temperaturas no litoral.



No litoral Paulista, a probabilidade de ocorrência de  $T_{\min} < 2^{\circ}\text{C}</math> é nula. Em direção ao sul observa-se que tal probabilidade aumenta, o que está associado também ao fator latitude.$

Observe nos mapas dos estados de SP e PR que as geadas são menos freqüentes e de menor intensidade na faixa litorânea





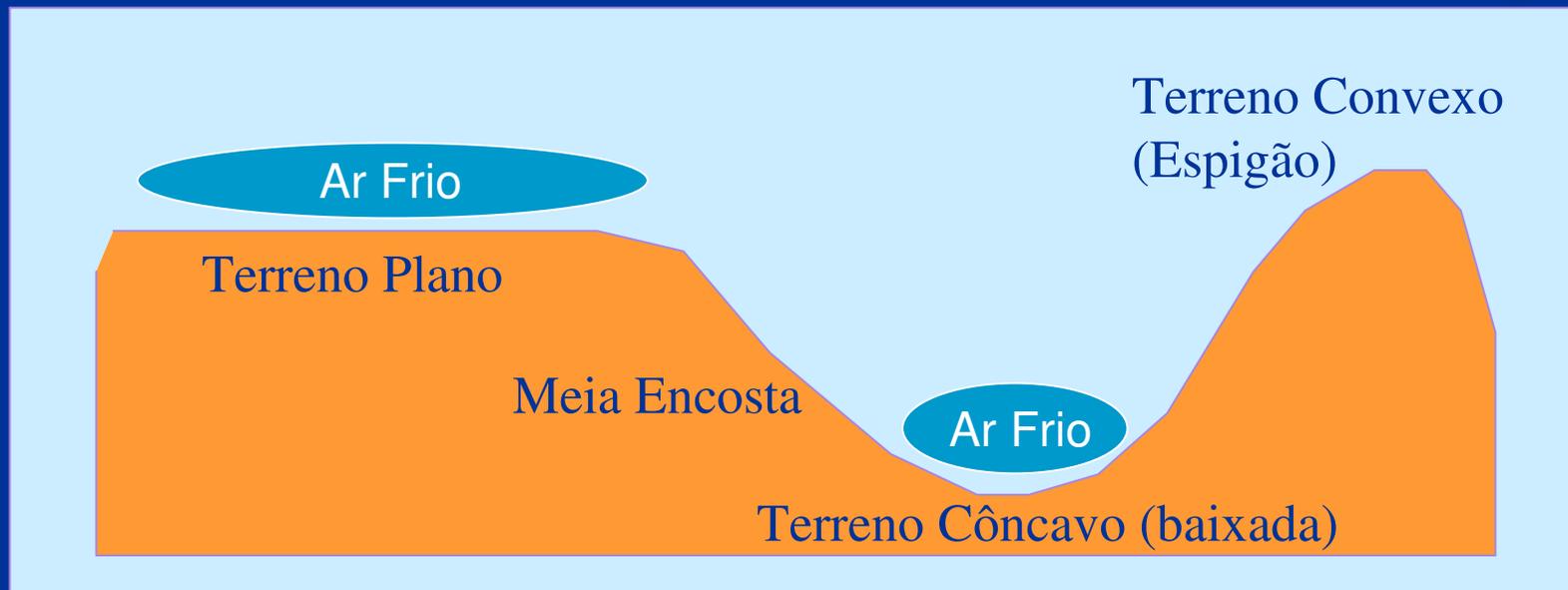
➔ **Massas de ar polar:** nas regiões onde essas massas de ar atuam, as geadas são mais frequentes e intensas. No Brasil, as massas de ar polar normalmente chegam ao País passando pelos Andes ou pelo Oceano Atlântico. Quando elas vem pelos Andes, as geadas são mais prováveis e severas.

*Centro de Alta Pressão do Anticiclone (proveniente da região andina). Esse sistema atingiu o Brasil provocando geadas severas em todo o Centro-Sul do País.*

**OBS:** a atuação da massa polar condiciona noite sem nebulosidade e sem vento, acentuando o resfriamento noturno, como pode ser observado nos dados apresentados no slide 9

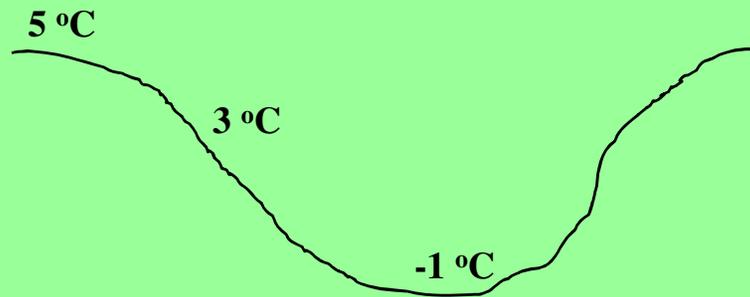
- Fatores Topoclimáticos – relacionados ao relevo

➔ Configuração do terreno: as geadas são mais freqüentes e intensas nas áreas situadas nas configurações do terreno onde o ar frio fica estagnado, como nas baixadas e nos terrenos planos. Assim, em dias propensos à geada, os danos mais significativos nessas configurações. Em anos em que ocorre um frio mais intenso, mas sem geada nas meia-encostas e nos espigões, há formação de geadas nas baixadas e nos terrenos planos.



### DRENAGEM DO AR FRIO

AR FRIO, MAIS DENSO ESCOA PARA AS PARTES MAIS BAIXAS



Nas baixadas as temperaturas atingem valores inferiores que aquelas observadas na meia-encosta e nos espigões



Acúmulo de ar frio nas baixadas promove a condensação do vapor e a formação de neblina (Fog)



Efeito da configuração do terreno no acúmulo do ar frio



- ➔ Exposição do terreno: no hemisfério sul, os terrenos com face voltada para o sul são menos expostos à radiação solar durante o inverno. Isso faz com que as geadas sejam mais freqüentes e intensas nessas áreas. Além disso, essa face do terreno também está mais sujeita à geada de vento, já que os ventos predominantes nas regiões sujeitas às geadas no Brasil é de SE.



- Fatores Microclimáticos – relacionados à cobertura do terreno

➔ A manutenção de cobertura morta (mulch) ou vegetação rasteira nas entrelinhas das culturas perenes, como café, citros, entre outras, favorece o processo de resfriamento, intensificando as geadas. Isso ocorre porque a cobertura sobre o solo atua como um isolante térmico, não permitindo que a radiação solar atinja a superfície do solo e este armazene calor para que seja liberado à noite. Portanto, o solo funciona como moderador da temperatura do ar durante o inverno.



Cobertura morta na entrelinha de um seringal

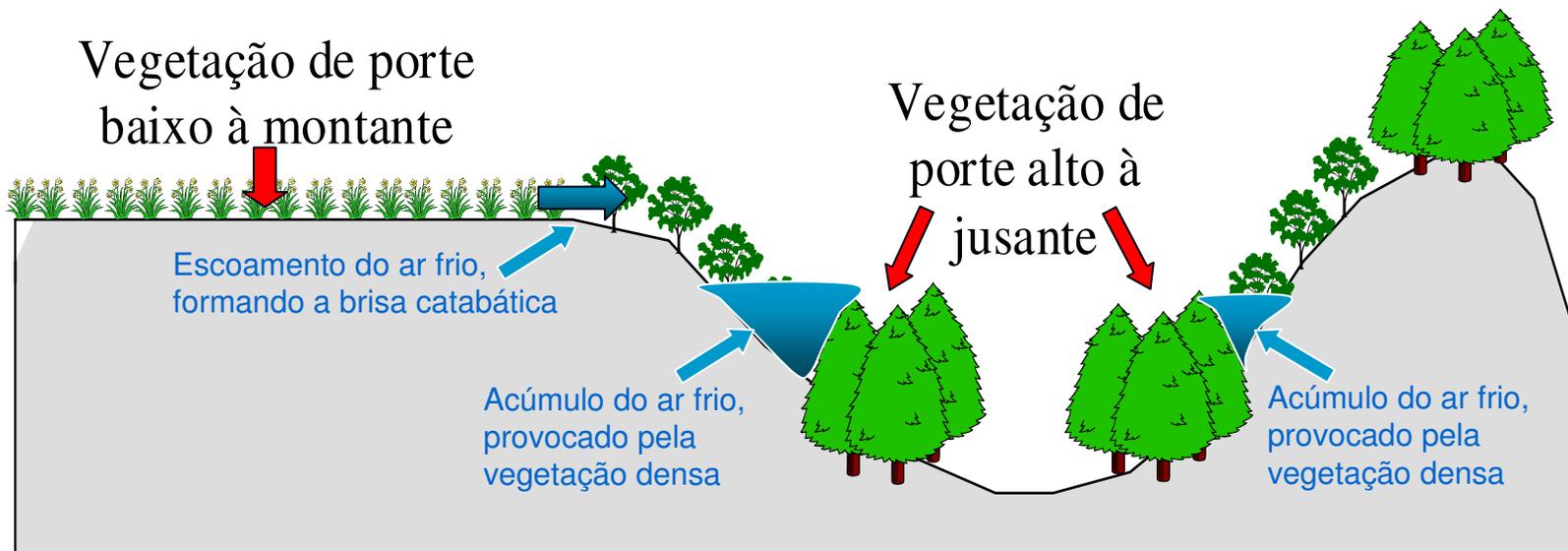


Vegetação rasteira na entrelinha de um cafezal

↪ Intensificam o resfriamento durante o inverno ⇒ geadas mais severas ↪

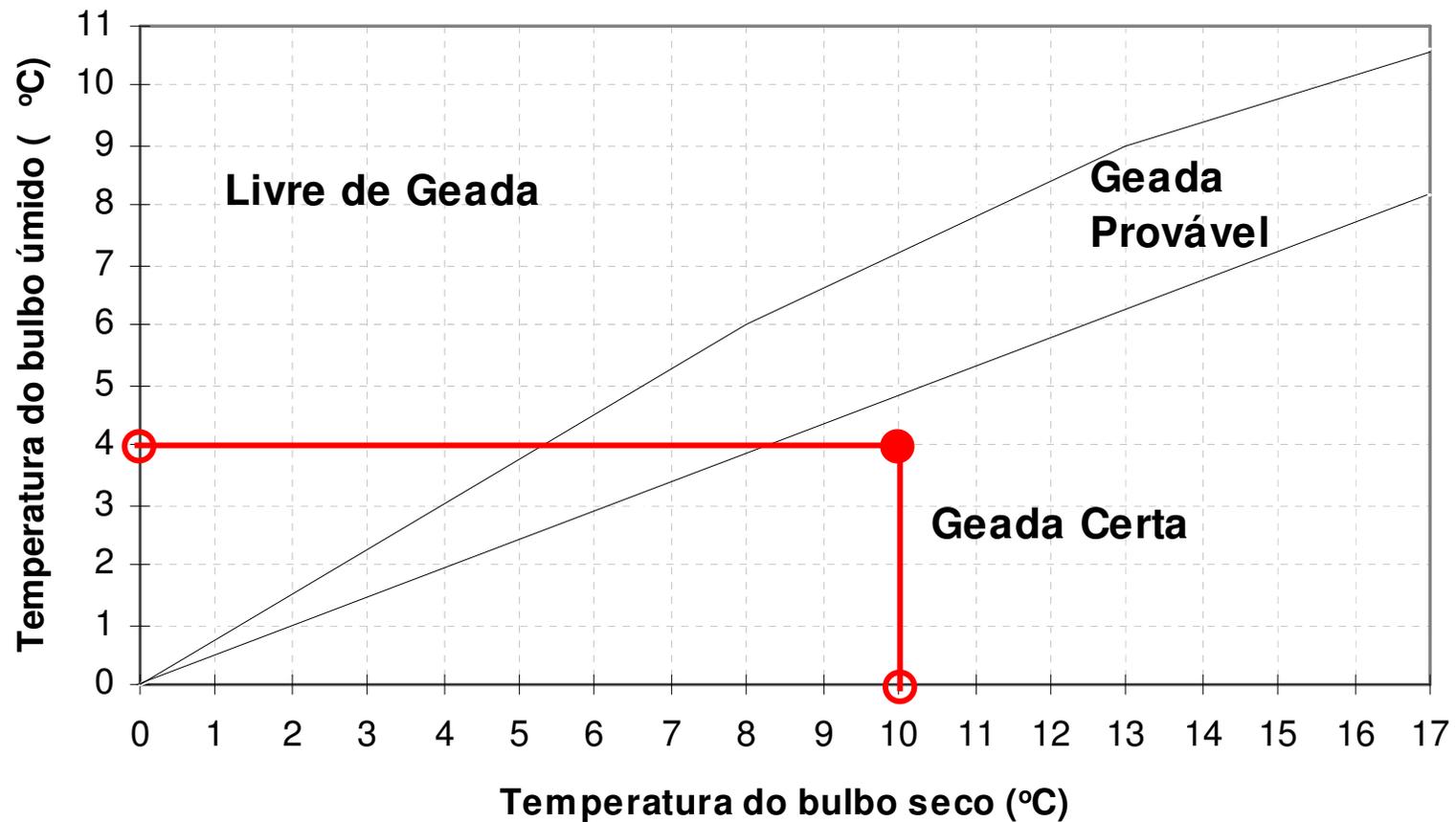
## Fatores agravantes naturais das geadas

- ➔ **Mata ou vegetação de porte alto à jusante**: favorece o acúmulo de ar frio na área destinada ao plantio de culturas perenes
- ➔ **Vegetação de porte baixo à montante**: favorece o escoamento do ar frio, formada acima, pela encosta provocando a geada de canela



**Disposição incorreta das culturas no campo**

## Escala de Belfort de Matos para previsão de geada

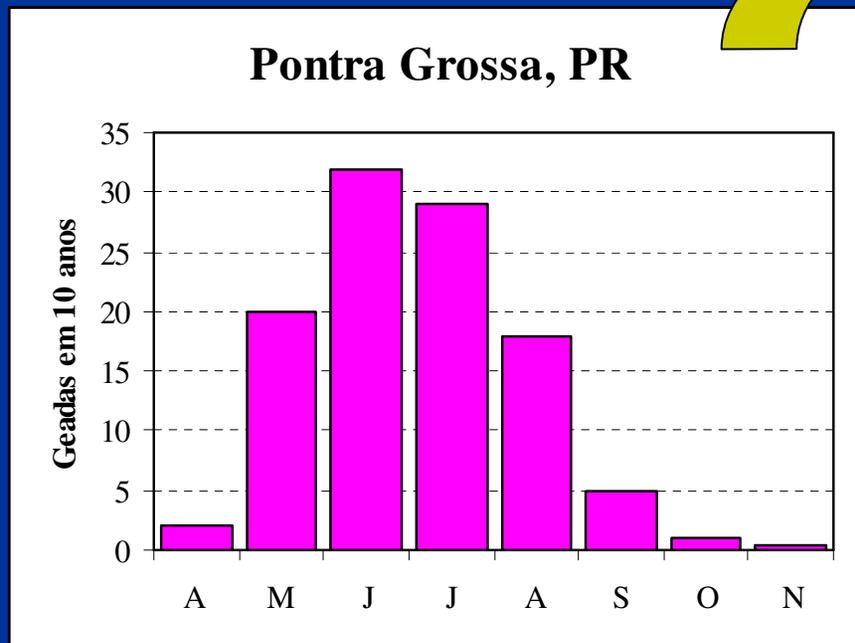


Com os dados das temperaturas do bulbo seco e do bulbo úmido ao pôr do sol ( $\pm 17\text{h}30\text{m}$ ), determina-se se há condições para a ocorrência de geada na madrugada seguinte. No exemplo, em que  $T_s = 10^\circ\text{C}$  e  $T_u = 4^\circ\text{C}$ , é certo de que vai ocorrer geada na madrugada seguinte.

## Medidas para minimizar os efeitos das geadas

➔ **Planejamento**: tal medida visa a levantar dados climáticos do local e da espécie/variedade a ser cultivada.

➔ **Local**: por meio dos dados climáticos de um local é possível determinar a probabilidade de ocorrência de geadas. Essa informação é fundamental na avaliação da aptidão climática de uma região a dada cultura.

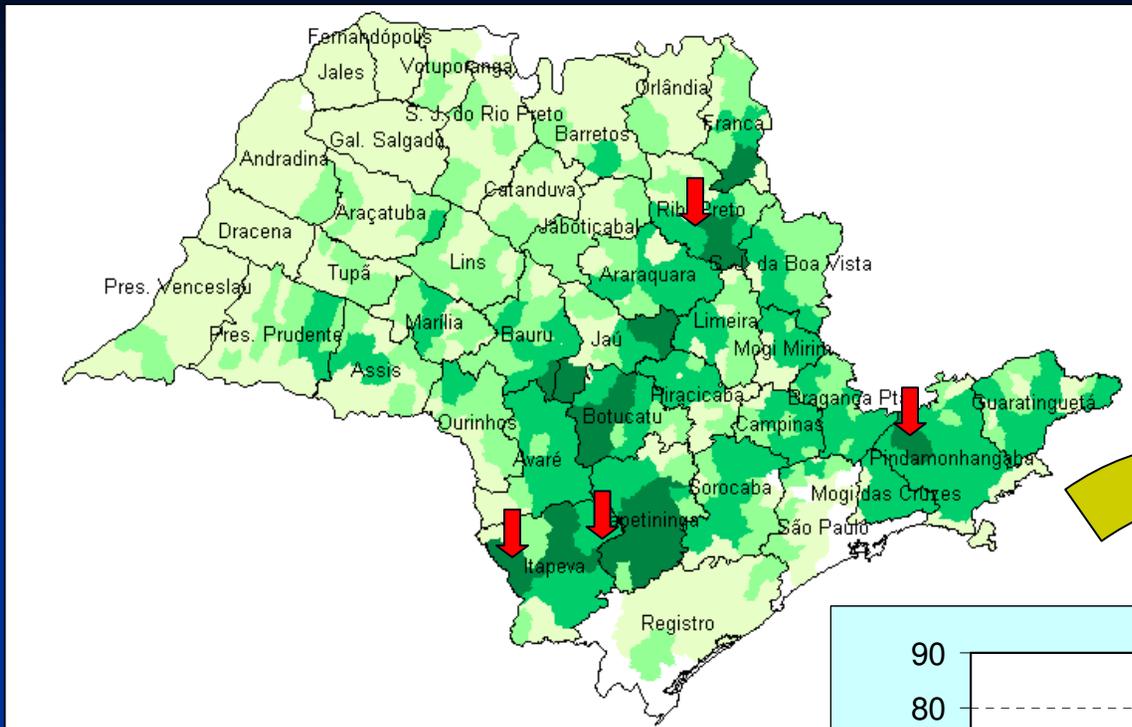


A figura ao lado mostra a freqüência e o período de ocorrência de geadas em Ponta Grossa, PR. Observe que essa é uma região onde o fenômeno ocorre com uma freqüência muito grande, desde abril até novembro, sendo o período crítico aquele que vai de maio a agosto, quando ocorrem em média mais de 15 geadas a cada 10 anos. No próximo slide é apresentado o número de geadas a cada 10 anos em outras localidades do Estado do Paraná

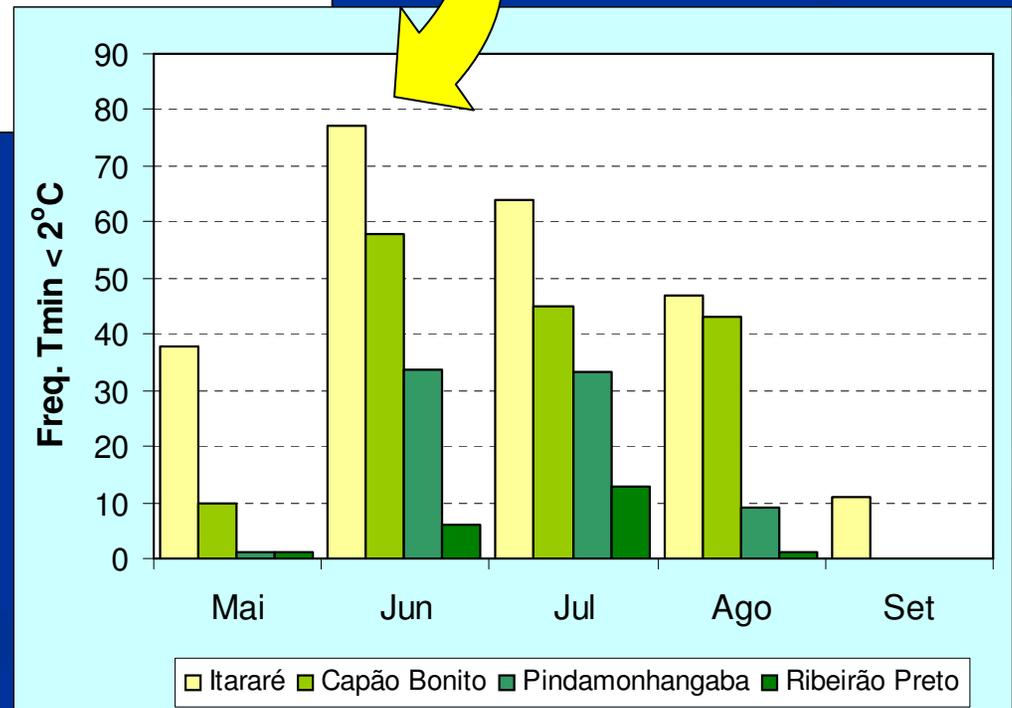
## Número total de ocorrências de geadas em algumas localidades do Estado do Paraná em 10 anos

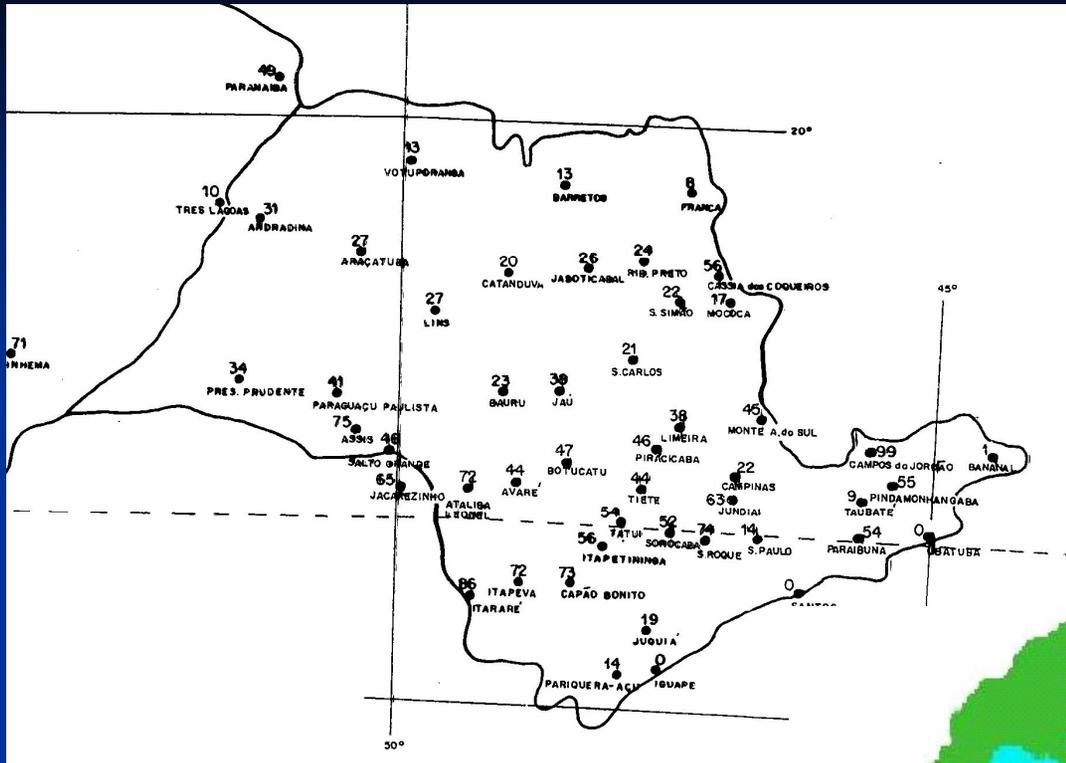
Local	Número de Geadas/10 anos
Cambará	31
Cascavel	47
Clevelândia	124
Guarapuava	130
Londrina	18
Paranavaí	13
Pinhais	114
Ponta Grossa	109

# Estado de São Paulo



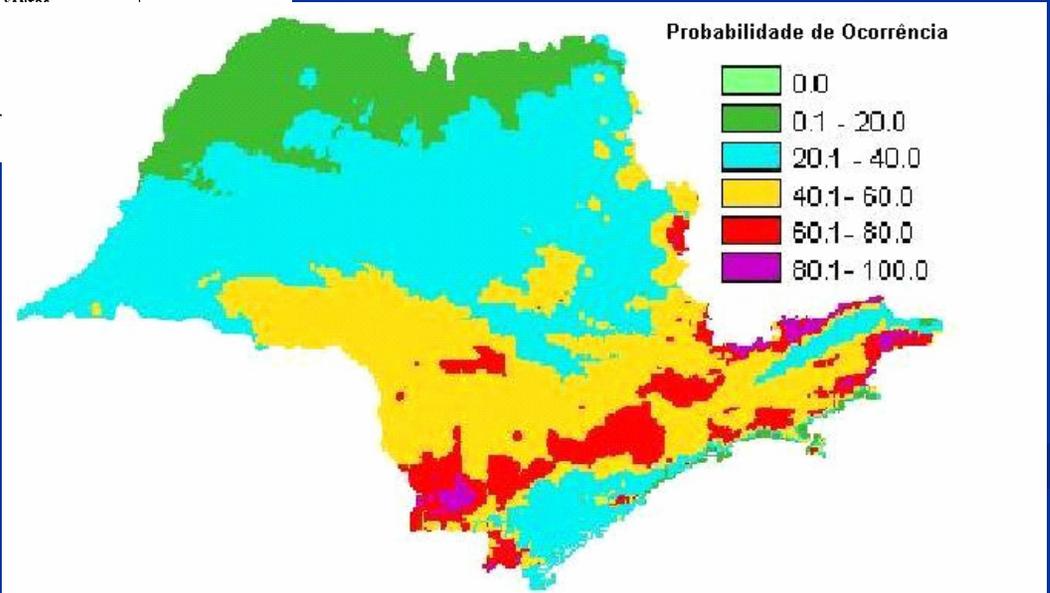
Frequência de geadas (%)  
em algumas regiões do  
Estado de SP





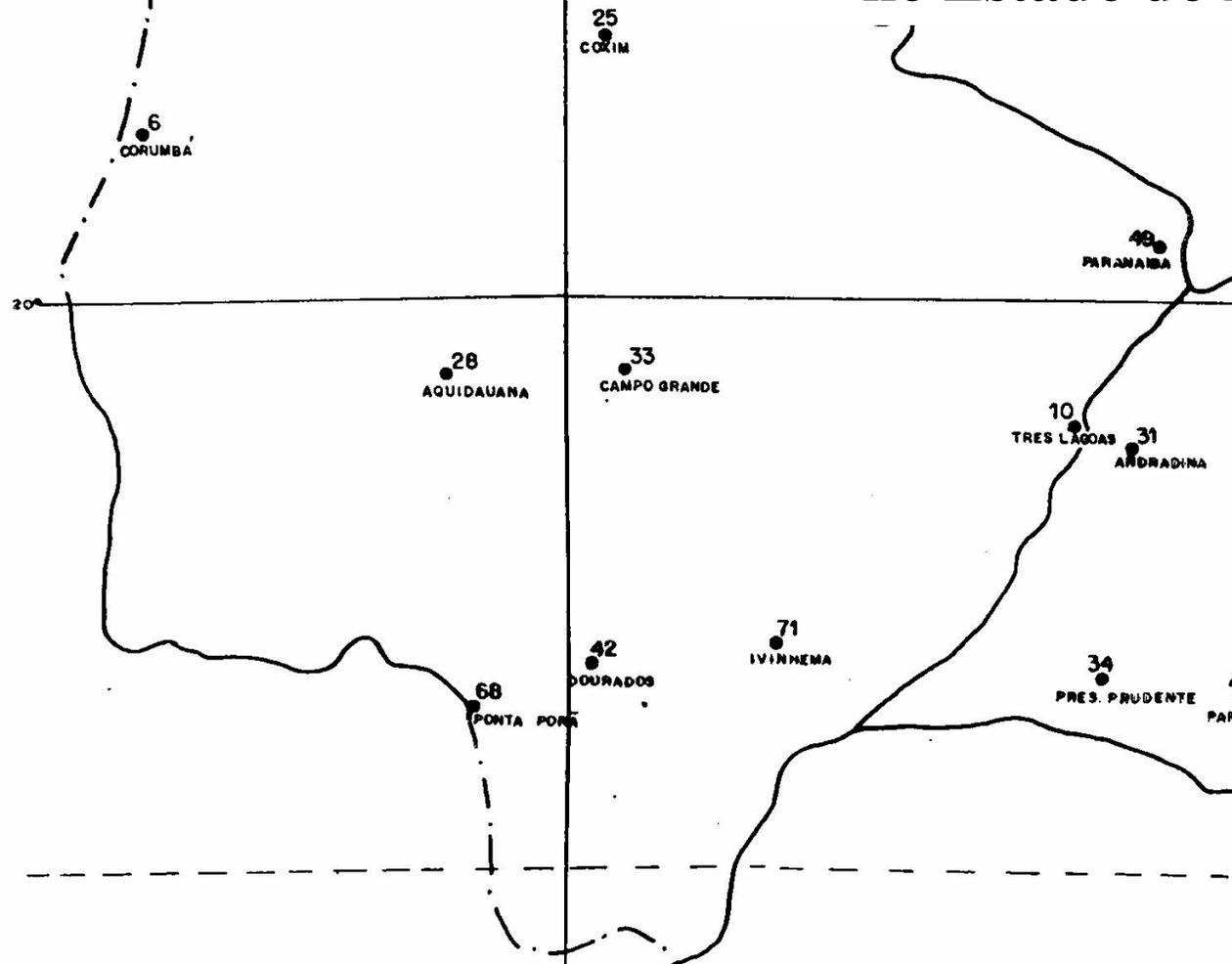
**Probabilidade (%) de ocorrência de  $T_{min} < 2^{\circ}C$  no Estado de SP**

Fonte: Camargo et al. (1990)



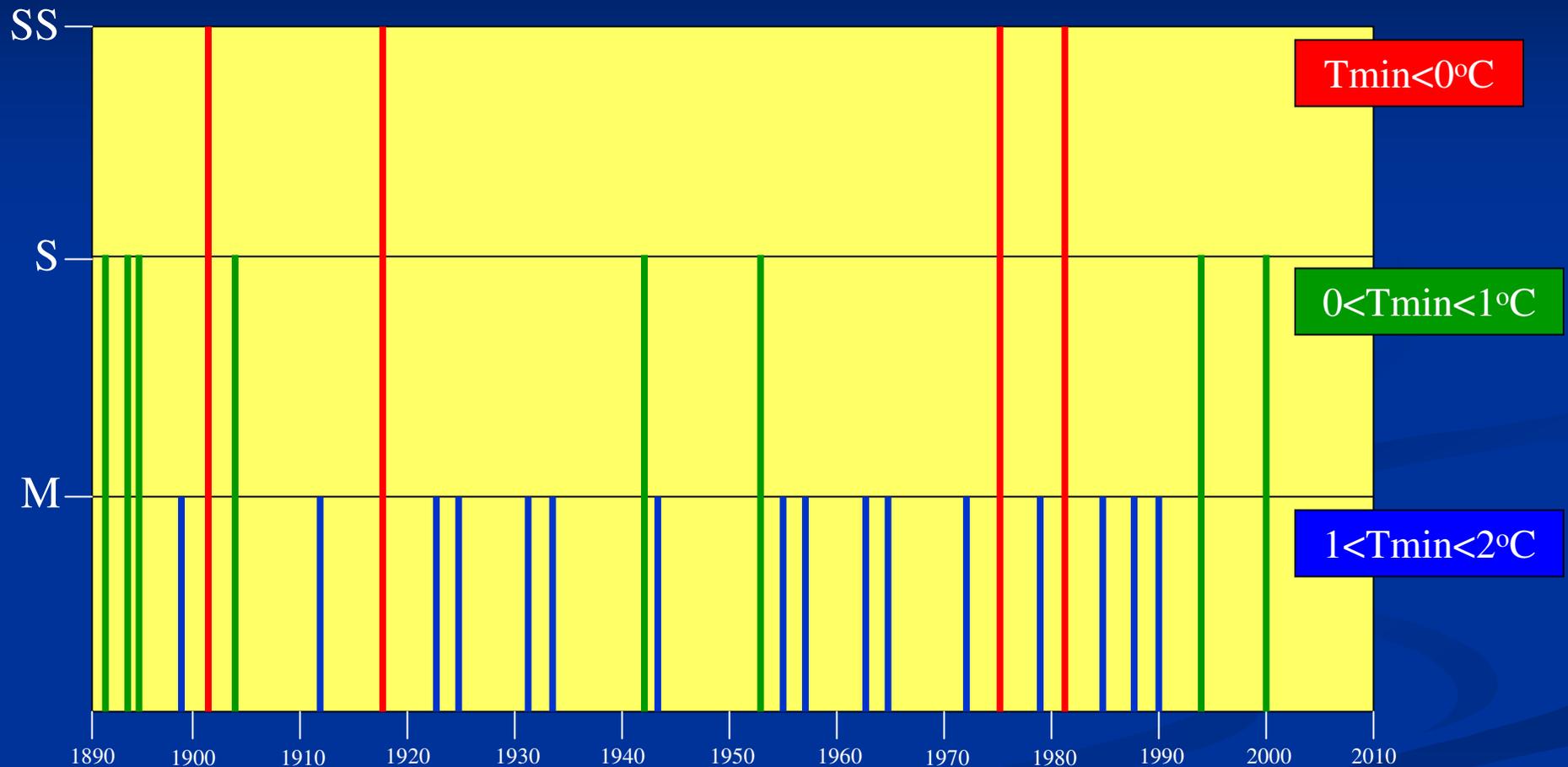
Probabilidades (%) de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas anuais  $< 2^{\circ}C$ , obtidas através da distribuição de Valores Extremos.

## Probabilidade (%) de ocorrência de $T_{min} < 2^{\circ}C$ no Estado do MS



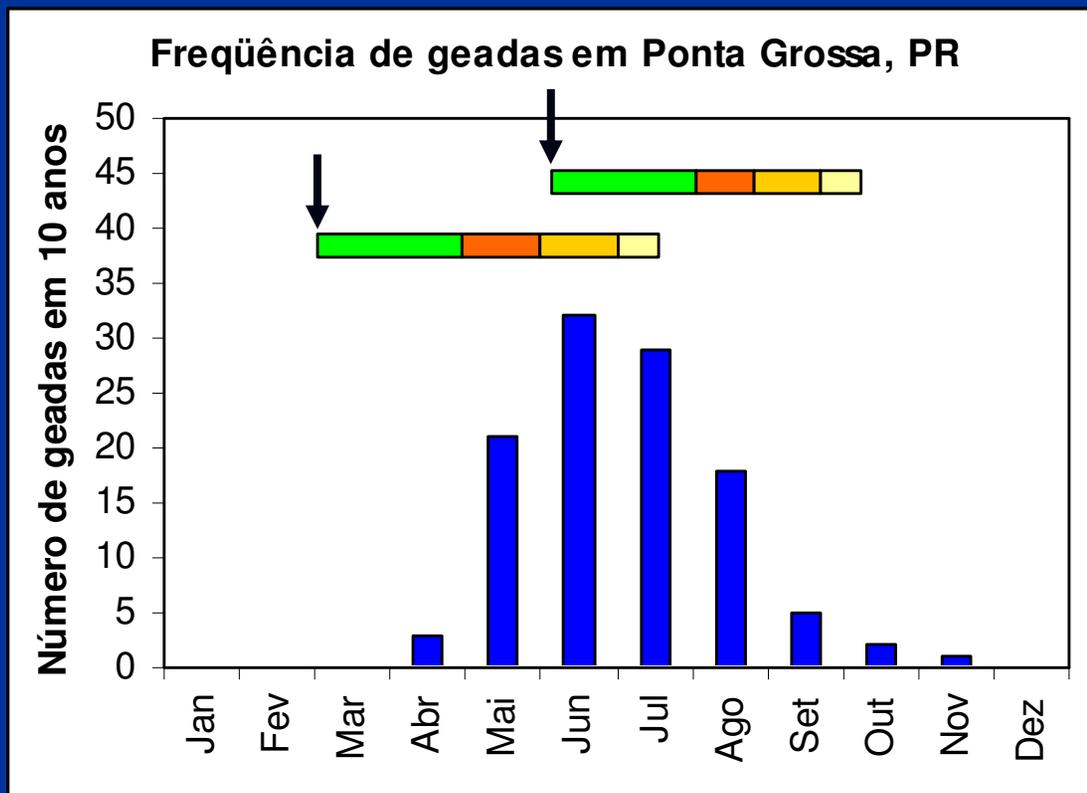
Fonte: Camargo et al. (1990)

## Frequência e intensidade das geadas em Campinas (1890 a 2004)



SS = severíssima; S = severa; M = moderada

➤ **Data de semeadura:** no caso das culturas anuais de inverno, como o trigo, a data de semeadura deve ser planejada de modo a se evitar que o florescimento e o início do enchimento dos grãos ocorram durante os meses de maior probabilidade de geadas. Assim, as semeaduras deverão ser realizadas precocemente no outono ou mais tardiamente no inverno. A figura abaixo exemplifica isso.



- Estabelecimento e desenvolvimento vegetativo
- Florescimento e início do enchimento dos grãos
- Enchimento dos grãos
- Maturação

Em função da freqüência de geadas na região, as semeaduras do trigo devem ser no início de março (trigo de inverno) ou no início de junho (trigo de primavera), de modo a se evitar que o florescimento e o início do enchimento dos grãos coincida com os meses de maior probabilidade de geadas.

- **Uso de variedades resistente:** como para uma mesma cultura as variedades podem apresentar diferentes tolerâncias ao frio, é importante se optar pelas variedades mais resistentes nos locais onde as geadas ocorrem com certa frequência. Essa informação é fundamental na hora da instalação de uma cultura perene. Exemplo disso, é a variação na temperatura letal de variedades de abacate e entre diferentes variedades de eucalipto.

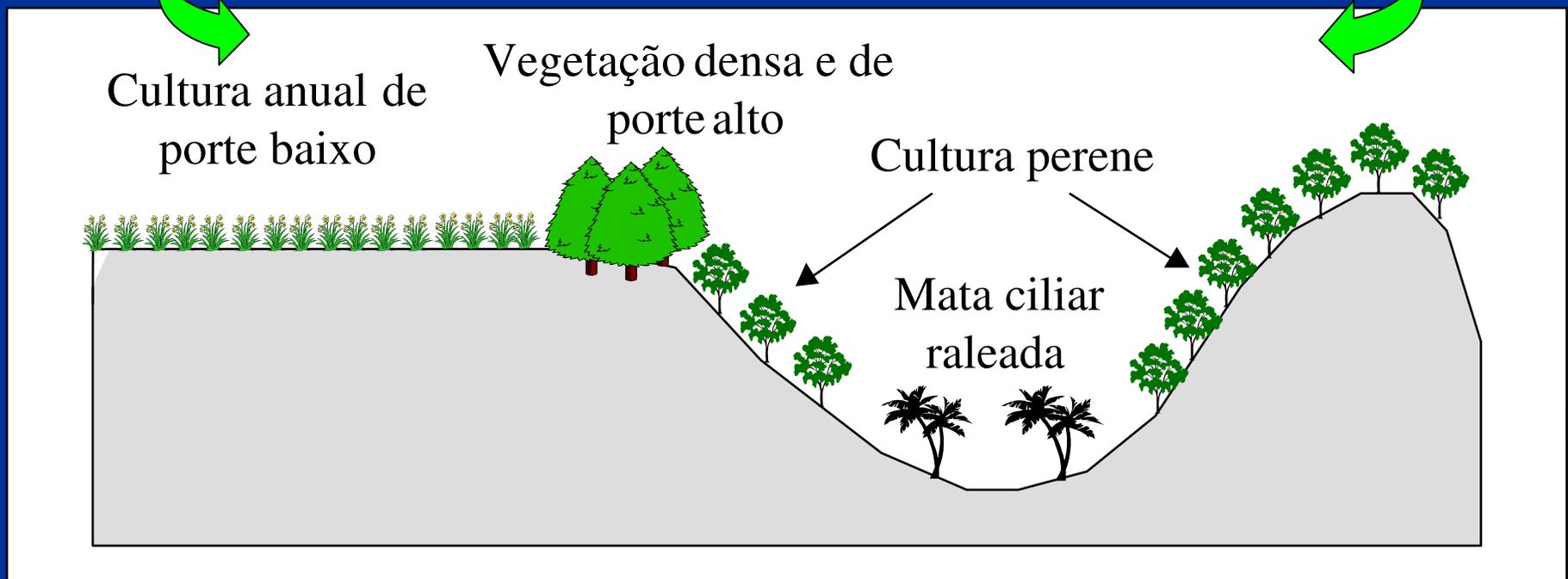
*Abacate – var. Gêada (> resistência)*  
*Abacate – var. Pollock (< resistência)*



*Eucalyptus viminalis (> resistência)*  
*Eucalyptus dunni e E. camaudulensis (média resist.)*  
*Eucalyptus grandis e E. urophylla (< resistência)*

➔ **Medidas Topoclimáticas**: baseia-se na localização correta das culturas no campo, de acordo com a configuração e exposição do terreno. Deve-se evitar o cultivo de culturas perenes susceptíveis às geadas nas baixadas, nos terrenos planos e nas meia-encostas com face voltada para o sul.

Localização correta do cultivo na bacia hidrográfica



➔ **Medidas Microclimáticas**: baseia-se na utilização de materiais de cobertura ou de práticas que alterem o microclima e o balanço de radiação da cultura, respectivamente. Essas medidas podem ser de curto prazo, realizadas no ano da ocorrência de uma geada, ou de longo prazo, realizada na instalação da cultura.

- **Curto Prazo**
- Manter solo nú nas entrelinhas (inviável na silvicultura)
  - Eliminar obstáculos ao escomaneto do ar frio
  - Cobertura de mudas e plantas

Saco de Papel



Saco Plástico



PVC



Bambu



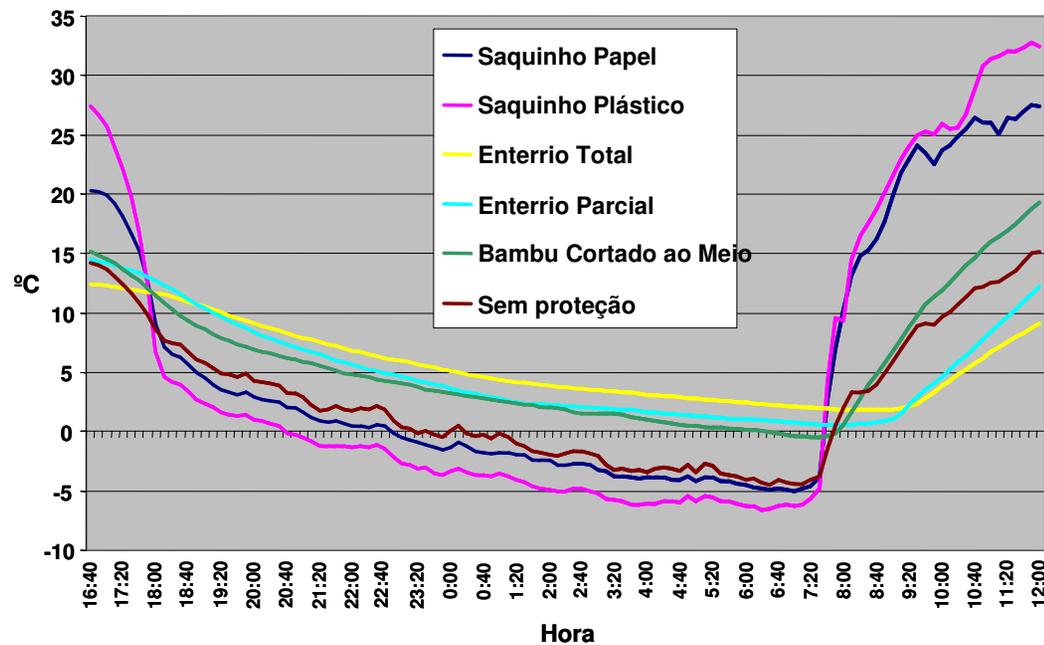
Terra



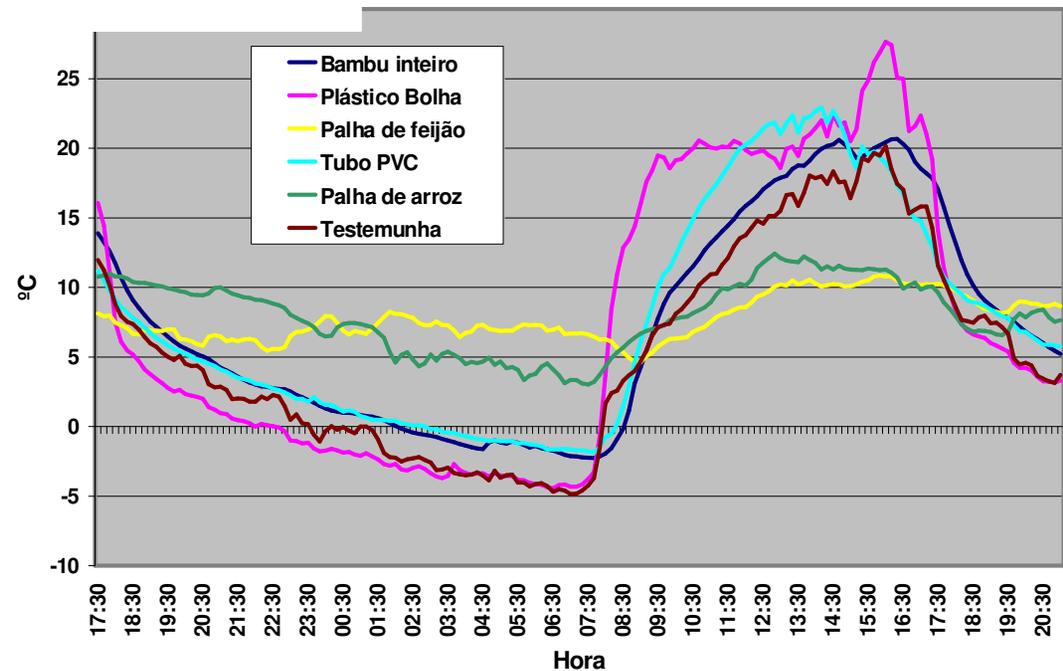
Palha



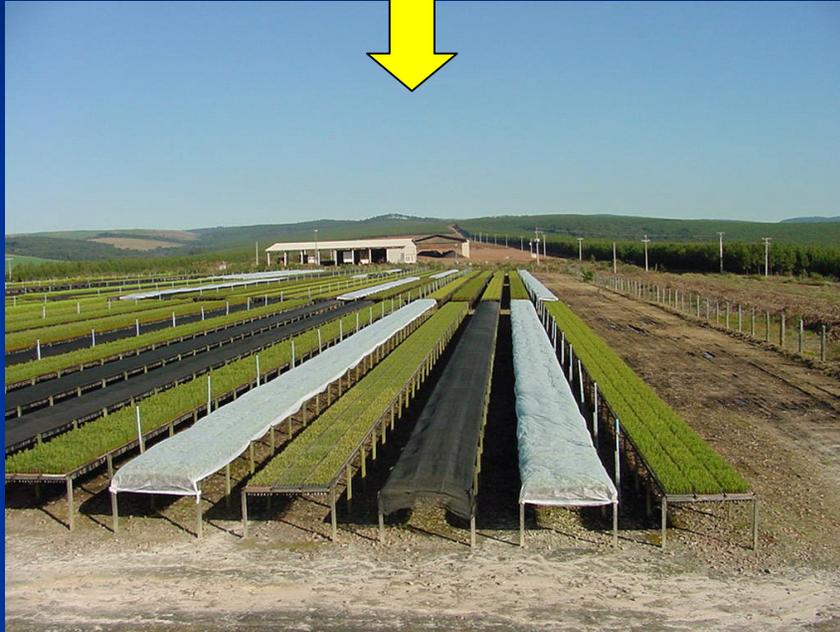
## Geada de 2000 Estado do Paraná



Observa-se nas figuras acima e ao lado que os melhores materiais para a coberturas de mudas de café na proteção contra a geada são as palhas de feijão, a palha de arroz e o solo (enterrio das mudas). O uso de sacos de plástico e de papel não teve efeito sobre a temperatura das folhas do cafeeiro, que permaneceram muito próximas das temperaturas observadas nas plantas sem cobertura.



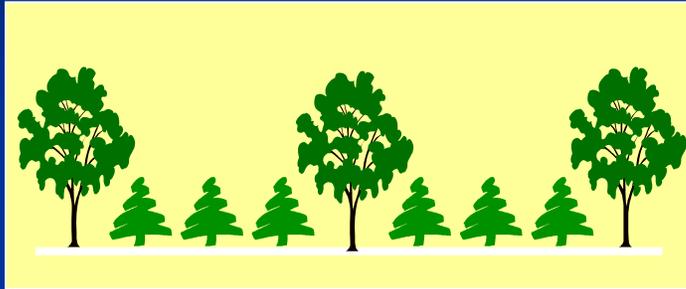
Cobertura de mudas de eucalipto com polipropileno (Não-tecido) e sombrite.



Cobertura de plantas



- Longo Prazo • Arborização ou sombreamento da área de cultivo com árvores de porte maior do que a cultura a ser protegida. Esse tipo de técnica se caracteriza como um sistema agroflorestal



Essa técnica é empregada nos cultivos de café, em viveiros, em áreas recém-plantadas ou em rebrota de eucalipto. Recomenda-se o sombreamento de 20 a 30% da área

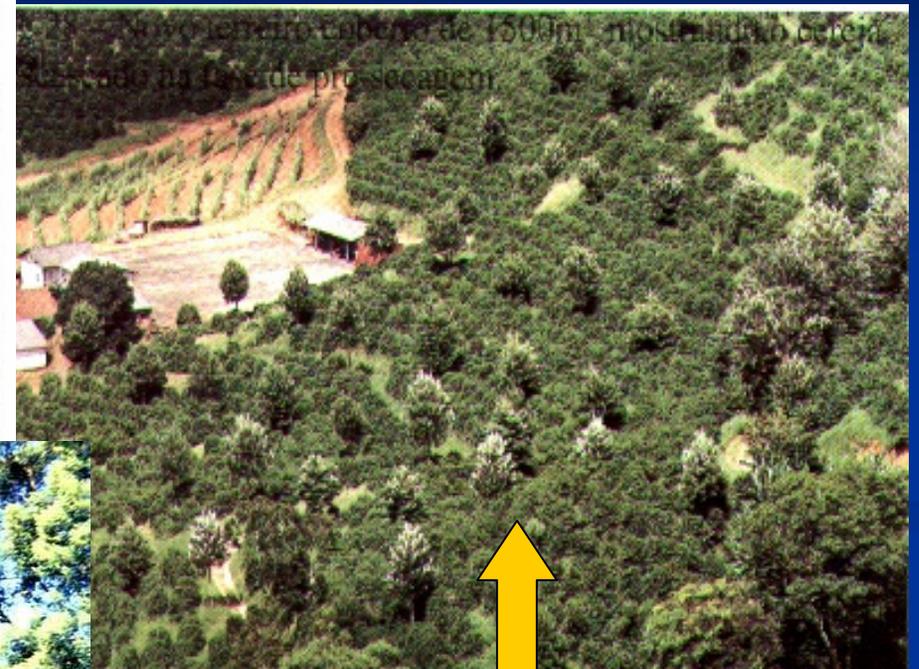
Alguns exemplos desse sistema de proteção contra geadas:



Café x Coqueiro anão



← Café x Bananeira



Novo terreno taboão de 1500m - mostrando a forma  
de café na fase de prossecagem

↑ Café x Grevillea



← Café x Bracatinga

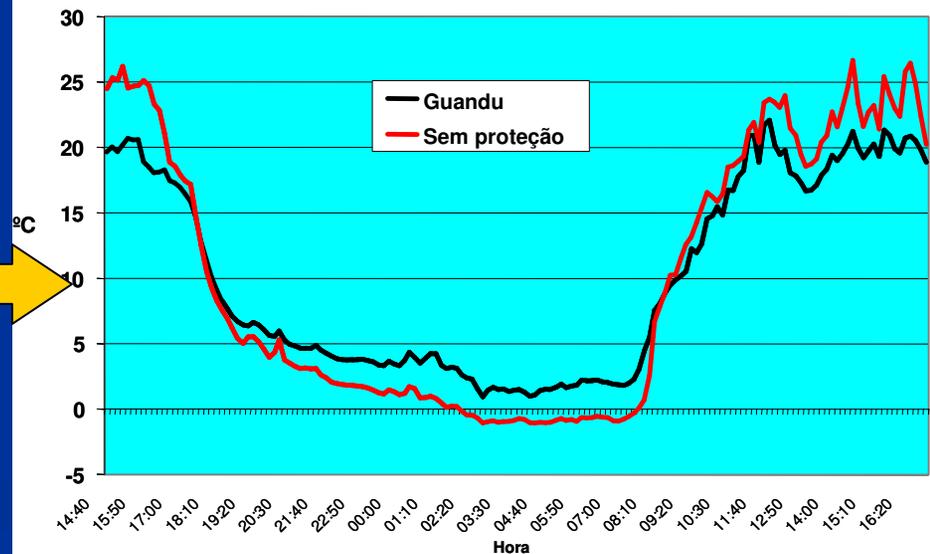


Café (muda) x Guandu

Resultados experimentais  
na geada de 2000



Temperatura da folha do café com proteção de guandu  
IAPAR - Londrina, 20 e 21 de julho de 2000



Alguns resultados obtidos no Estado do Paraná com o sistema de arborização para proteção contra geadas:

### Café x Grevillea

Espaçamento das árvores (m)	Árvores / ha	Produtividade de café beneficiado (kg/ha)
8 x 10,5	119	7440
10 x 14	71	8849
12 x 17,5	<b>48</b>	<b>9554</b>
14 x 21	34	9233
16 x 24,5	26	8519
Pleno Sol	0	8744

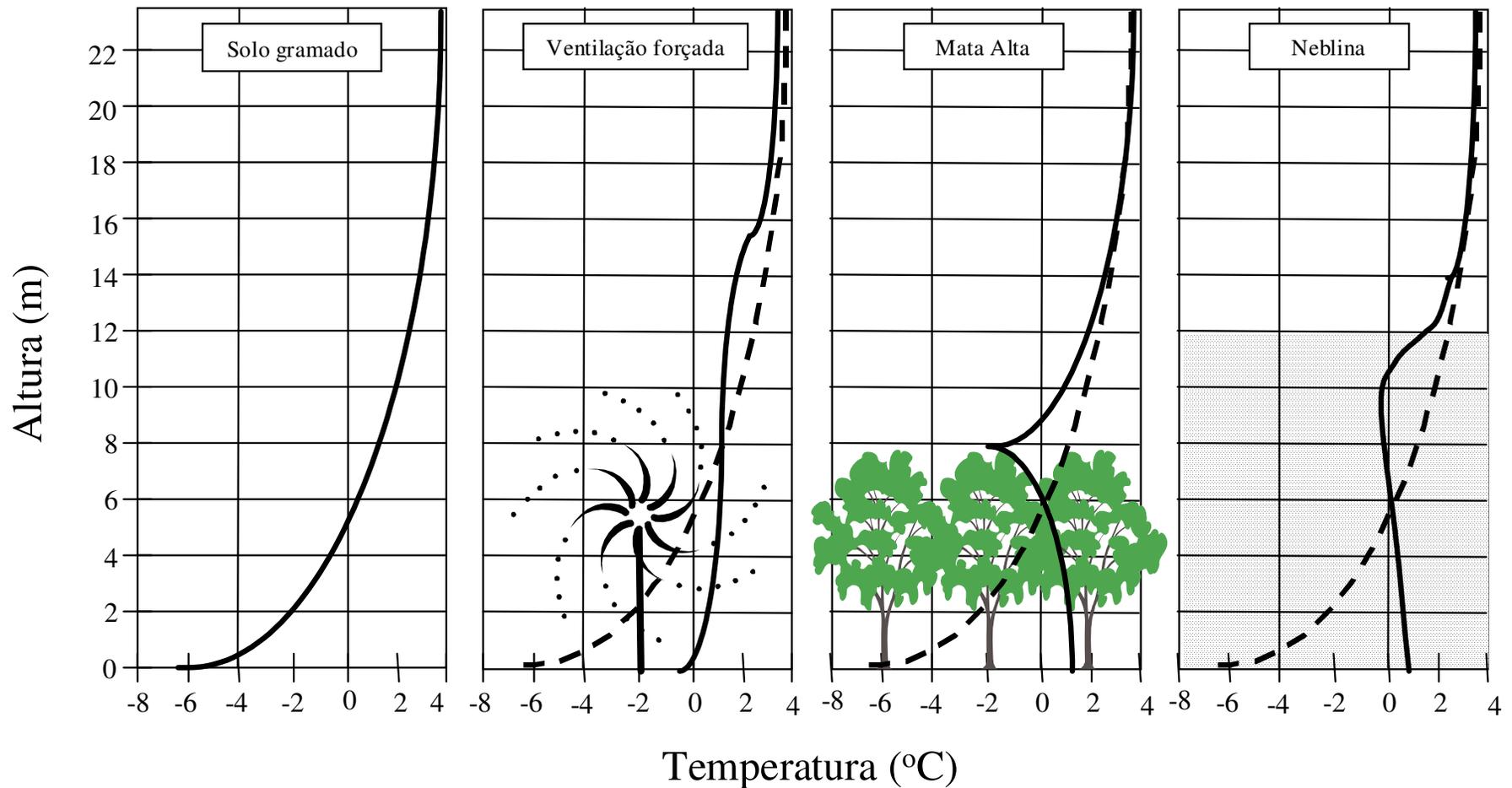
Fonte: Caramori (1997)

### Café x *Mimosa scrabella*

Árvores / ha	Produtividades de café beneficiado (kg/ha)
0	4340
50	6584
83	6641
250	7229

Fonte: Caramori et al. (1995)

## Distribuição vertical da temperatura do ar em diferentes condições, em noites de geadas



## ➤ **Formação de Neblina Artificial**

- **Objetivo é produzir neblina de modo a reduzir a emissão de OL pela superfície**
- **A água tem a capacidade de absorver e contra-emitir OL**
- **Neblina artificial tipo IBC**
  - ⇒ 100L de serragem seca
  - ⇒ 10kg de Nitrato de amônio ou 12 kg de Nitrocálcio
  - ⇒ 6L de óleo diesel queimado
- **Exige planejamento antecipado e mão de obra treinada**

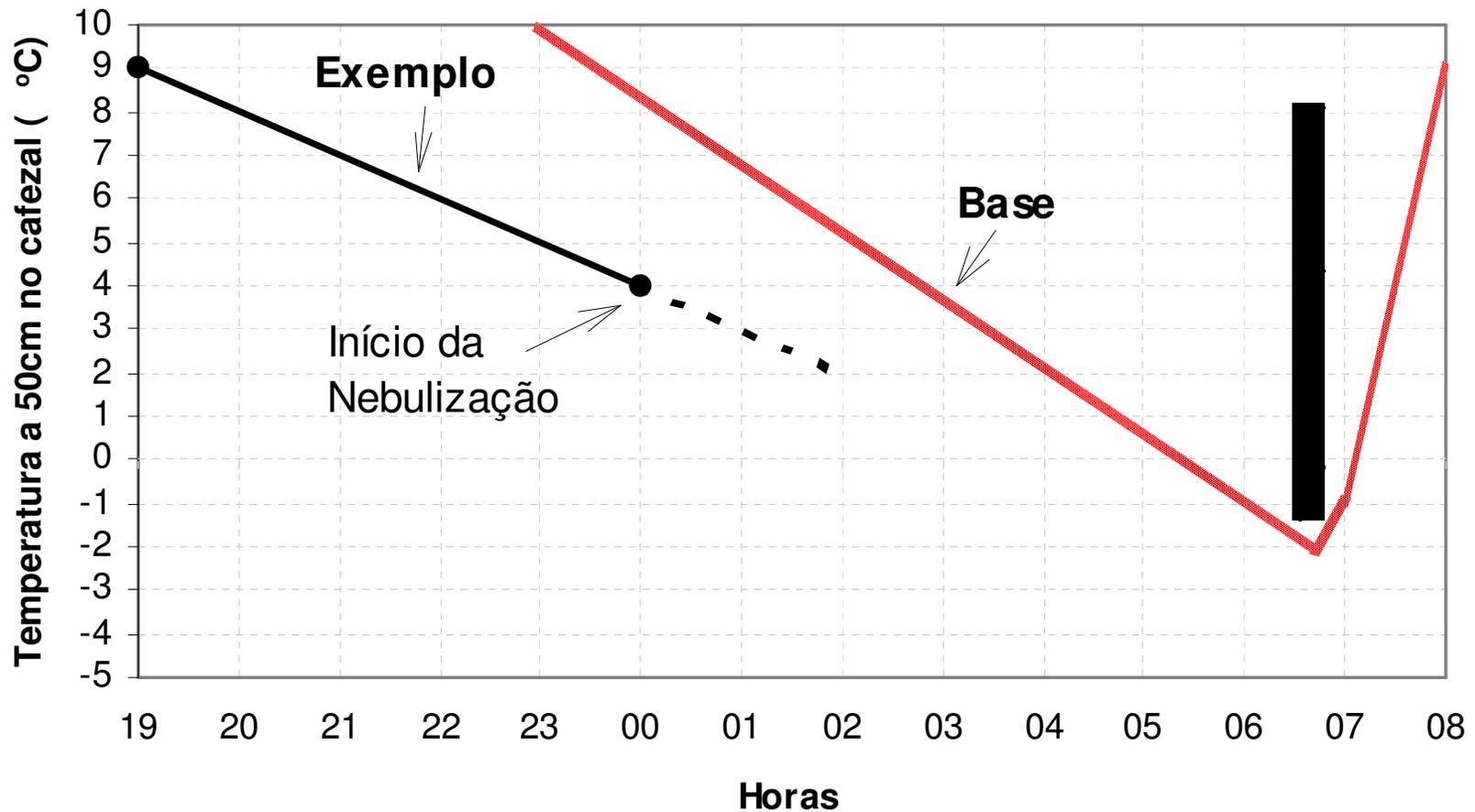


**Neblina artificial tipo IBC**



**Neblina artificial usando termo-nebulizador**

No caso de haver garantia de que a geada vai ocorrer na madrugada seguinte, inicia-se o acompanhamento da temperatura do ar na área a ser protegida pela neblina. Se às 19h  $T_s = 9^\circ\text{C}$  e às 24h  $T_s = 4^\circ\text{C}$ , isso indica que a taxa de resfriamento é de  $1^\circ\text{C}/\text{hora}$ , o que mostra que a temperatura de  $2^\circ\text{C}$  será atingida às 2h da madrugada.



Com as informações levantadas pelo acompanhamento das temperaturas na área a ser protegida, toma-se a decisão de acordo com os seguintes critérios:

**Se a temperatura atingir 2°C após 5h**

↳ Não nebulizar

**Se a temperatura atingir 2°C entre 3 e 5h**

↳ Acender metade dos nebulizadores

**Se a temperatura atingir 2°C antes das 3h**

↳ Acender todos os nebulizadores

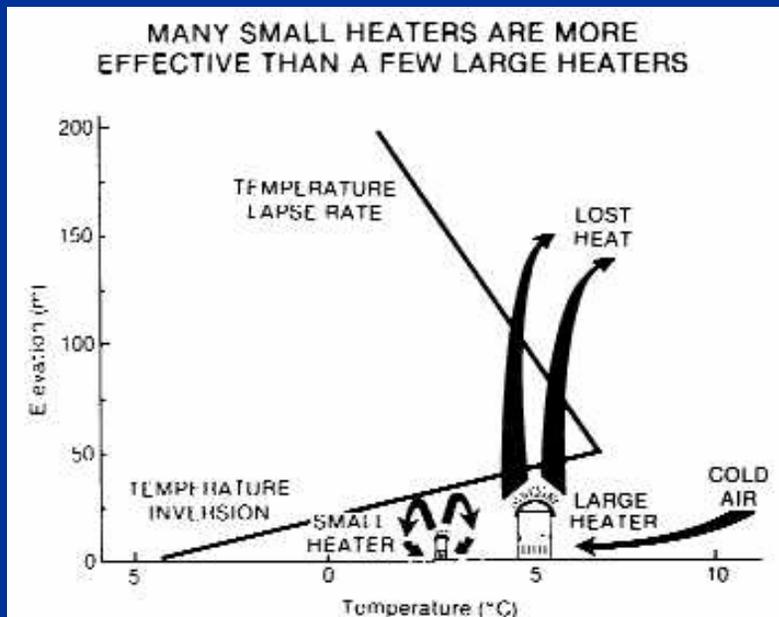
### **Neblina Artificial**

- ↳ Aplica-se em bacias de garganta estreita e em áreas planas
- ↳ Não funciona em dias de vento moderado
- ↳ Exige planejamento detalhado e treinamento da mão de obra
- ↳ Uma bateria para cada 50h, sendo que cada bateria deve conter 10 tambores de 100L

## ➤ Aquecimento

Utilização de aquecedores a gás, óleo ou carvão.

Queima de materias como madeira, serragem, pneus (pouco recomendável)



**Figure 1.** Illustration of a temperature inversion under radiative frost conditions, and the fact that small heaters tend to circulate air below the height of the inversion whereas with large fires, the heat is lost through the top of the inversion and cold air is drawn from outside the area being heated.

O efeito é apenas o de fornecer calor ao ambiente. A fumaça produzida pela combustão de pneus ou outros materiais não tem a capacidade de barrar as OL. Pelo contrário, barra as OC provenientes do sol pela manhã. A Figura ao lado mostra que vários aquecedores pequenos produzem um resultado melhor do que poucos aquecedores maiores.

## ➤ Ventilação

Mistura as camadas de ar, diminuindo a inversão térmica.

Método pouco utilizado no Brasil, mas de ampla aplicação em climas temperados, na proteção de frutíferas



## ➤ Irrigação

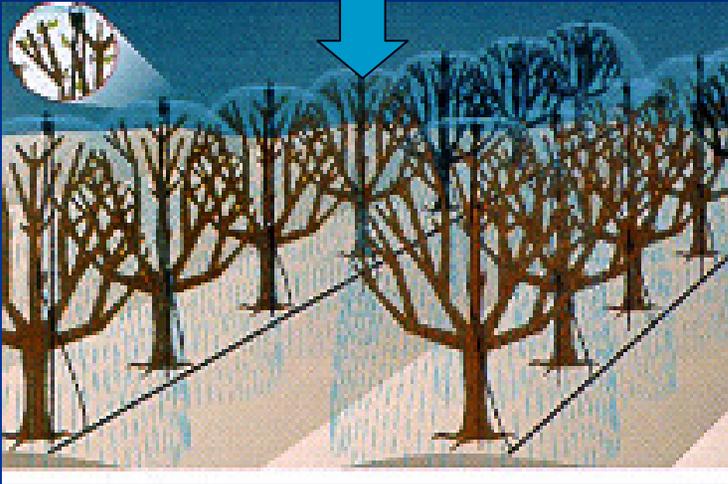
Consiste em se aplicar água por aspersão durante a noite da geadas a uma taxa de 2 a 6 mm/hora quanto menor a temperatura no abrigo maior a taxa de aplicação de água). A água ao se congelar libera calor latente, reduzindo o resfriamento, mantendo a temperatura por volta de 0°C

Esse método vem sendo utilizado no sul do Brasil para proteção de frutíferas de clima temperado contra as geadas tardias (primavera)



**Pode-se aplicar tanto a aspersão convencional como a micro-aspersão, desde que se mantenha os sistemas irrigando a área a ser protegida durante toda a noite e início da manhã até as temperaturas começarem a subir. A figura ao lado mostra um sistema de aspersão convencional sendo utilizado para controlar geadas. A presença de gelo e água indica que a temperatura se mantém em 0°C, acima da temperatura letal das plantas.**

**Posição de instalação dos aspersores para proteção contra geadas - sobre as plantas de modo a molhar toda a copa.**



A aplicação de água deve se iniciar quando a temperatura ainda estiver positiva. Quanto mais seco estiver o ar, mais cedo deve-se iniciar a irrigação. A temperatura para início de operação dos aspersores é de  $+4^{\circ}\text{C}$  (ar muito seco) a  $+0,5^{\circ}\text{C}$  (ar mais úmido). O término da irrigação só deve ocorrer quando a temperatura voltar a subir e derreter o gelo formado sobre as plantas.

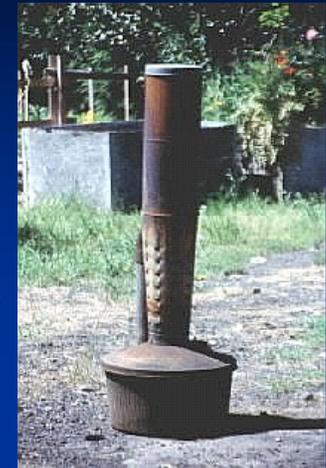


**Gemas, botões florais e flores protegidas por encapsulação com gelo formada por sistema de irrigação para proteção contra geada.**

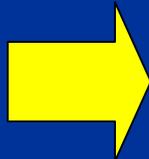


# Conclusões

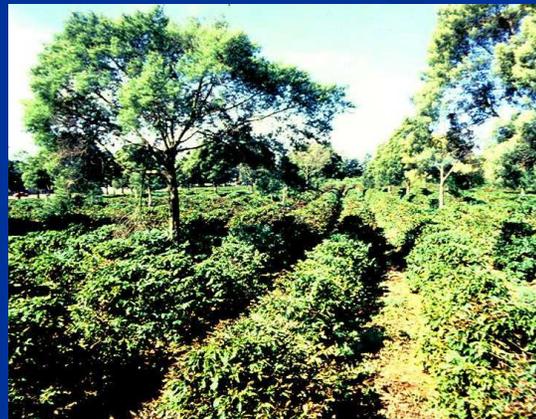
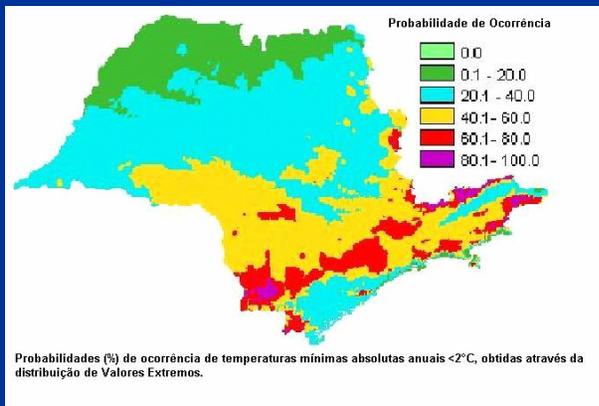
## Minimização dos efeitos da geada



- Zoneamento das áreas de maior risco
- Escolha de variedades resistentes
- Adoção de métodos de controle



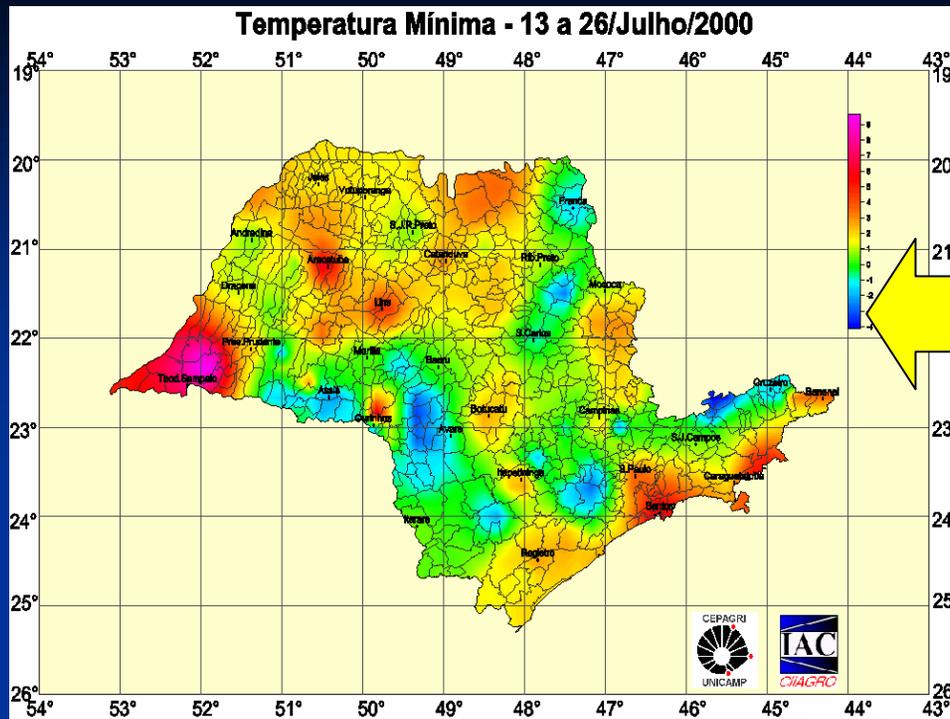
Combinação de diferentes métodos, buscando aumentar a eficiência do controle



## Teste rápido #11

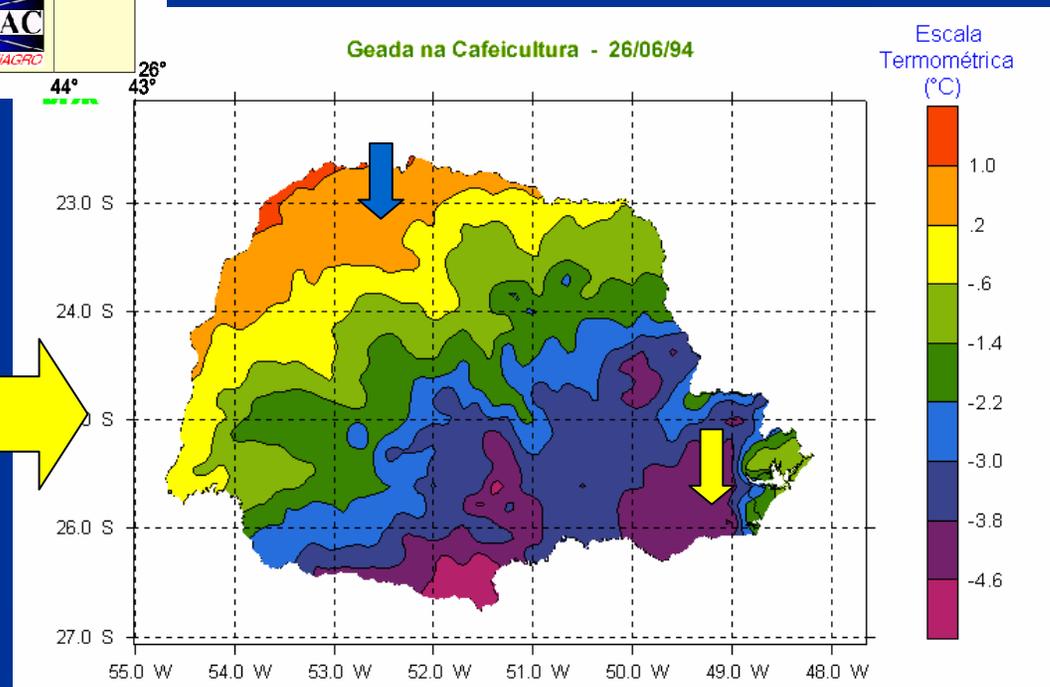
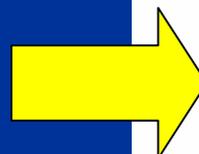
Responda as questões abaixo e entregue as respostas ao professor na próxima aula

- 1) Quais os diferentes tipos de geada e as condições em que cada uma delas ocorre?
- 2) Cite os fatores de formação das geadas no Brasil. Combinando-se as três escalas, qual seria a condição, ao seu ver, mais propensa à ocorrência de geadas no Brasil?
- 3) Dentre os métodos de minimização dos efeitos da geada, os diretos são os mais empregados. Nesse grupo, a irrigação vem ganhando importância. Descreva os princípios de funcionamento desse método.



Geadas de 2000 no Estado de São Paulo. Observe que as temperaturas mais baixas observadas nesse evento ocorreram nas áreas de maior probabilidade, concordando com os mapas apresentados anteriormente.

O mesmo pode ser observado no Estado do Paraná, na geada de 1994. A seta azul indica a localização de Paranavaí, onde ocorrem 13 geadas a cada 10 anos, e a seta amarela indica a localização de Ponta Grossa, onde ocorrem 109 geadas a cada 10 anos.



➔ **Medidas Diretas**: realização de medidas no ano da ocorrência da geada para minimização de seus efeitos. São baseadas em princípios químicos ou físicos, relacionados à ocorrência de geadas nas plantas.

➤ **Aplicação de produtos químicos nas plantas**: visa a aumentar a concentração de solutos na planta, fazendo com que a temperatura de fusão da solução diminua ainda mais, evitando assim o congelamento da solução extra-celular. Os produtos recomendados são: potássio, cálcio e inseticidas sistêmicos. Os produtos devem ser aplicados via foliar com um ou dois dias de antecedência. Apesar dos princípios químicos e físicos envolvidos, não há comprovação de que tal método seja suficientemente eficaz na minimização dos efeitos da geada nos vegetais.

Aplicação de K via foliar em plantas jovens de café. Observe que além da pulverização da cultura, as entrelinhas encontram-se com o solo desnudo, possibilitando, assim, o armazenamento de calor.

