

ANEXO I.

PARÂMETROS DE RISCO CLIMÁTICO

CULTURA: ABACAXI (ciclo de 18 meses)

1) Temperatura Média Anual (Ta)

- a) Baixo Risco: $Ta \geq 22^{\circ}\text{C}$
- b) Médio Risco: $19^{\circ}\text{C} < Ta < 22^{\circ}\text{C}$
- c) Alto Risco: $Ta \leq 19^{\circ}\text{C}$

2) Índice Hídrico (Ih)

$$Iu = [100 \times \Sigma \text{EXC Anual (\%)}] / \Sigma \text{ETP Anual}$$

$$Ia = [100 \times \Sigma \text{DEF Anual (\%)}] / \Sigma \text{ETP Anual}$$

$$Ih = (Iu - 0,6 \times Ia) (\%)$$

onde:

ETP Anual = Evapotranspiração Potencial Anual (mm/ano)

EXC Anual = Excedente Hídrico Anual (mm/ano)

DEF Anual = Deficiência Hídrica Anual (mm/ano)

O Ih obtido do modelo é submetido a uma análise frequencial, para obtenção da frequência de ocorrência de 80% do índice. Para definição das áreas aptas e inaptas do ponto de vista hídrico, estabelecer as seguintes classes de Ih:

- a) Baixo Risco Climático: $Ih \geq -5$
- b) Médio Risco Climático: $-20 < Ih < -5$
- c) Alto Risco Climático: $Ih \leq -20$

3) Reserva Útil de Água dos Solos

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reserva útil de 125 mm.

4) Limitações por fatores geográficos (apenas para a os estados da Região Sul e Sudeste)

Altitude: considerar como áreas indicadas para cultivo, aquelas que apresentarem altitude máxima de 600 metros para o estado do Paraná e 500 metros para os demais estados da Região Sul e Sudeste.

5) Ocorrência de Risco de Geadas (apenas para os estados do PR, SC, RS, SP)

Com base na análise de séries históricas de temperatura mínima do abrigo e temperatura mínima de relva de todas as redes de estações meteorológicas do Estado, determina-se os riscos de ocorrência de geadas em cada estação. Devem ser calculadas as frequências de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C .

AÇAÍ

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do açaí deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e das temperaturas médias mensais e anual. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado as seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) Precipitação média mensal; b) Temperatura média mensal; e c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos.

Como variáveis de saída do balanço hídrico do solo, deverão ser utilizados os valores mensais e anuais da deficiência hídrica.

Temperatura média anual (TMA): estimada para as estações meteorológicas disponíveis no Estado/UF que apresentem séries de medições com, no mínimo, 15 anos e/ou referentes aos últimos 30 anos;

Os índices de temperatura média anual (TMA) e de deficiência hídrica anual (DHA) deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de DHA, deverão ser adotados os seguintes critérios:

- a) Baixo risco: $DHA \leq 200$ mm;
- b) Médio risco: $200 \text{ mm} < DHA \leq 400$ mm;
- c) Alto risco: $DHA > 400$ mm/ano.

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de TMA, deverão ser adotados os seguintes critérios:

- a) Baixo risco: $22^{\circ}\text{C} \leq TMA \leq 28^{\circ}\text{C}$: a cultura está exposta a baixo risco climático;
- b) Alto risco: $TMA < 22^{\circ}\text{C}$ e/ou $TMA > 28^{\circ}\text{C}$: a cultura está exposta a alto risco climático;

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de DHA e TMA deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura do açaí, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

- a) Baixo risco: $DHA \leq 200 \text{ mm}$ e $22^\circ\text{C} < TMA < 28^\circ\text{C}$
- b) Médio risco: $200 \text{ mm} < DHA \leq 400 \text{ mm}$ e $DHA \leq 200 \text{ mm}$ e $22^\circ\text{C} < TMA < 28^\circ\text{C}$
- c) Alto Risco: demais combinações.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política da UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (alto risco, baixo risco e médio risco).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

AVEIA

1) Reserva Útil de Água dos Solos

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 40 mm, 50 mm e 60 mm, respectivamente.

2) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

- a) $ISNA \geq 0,55$: áreas favoráveis - a cultura da aveia de sequeiro está exposta a um baixo risco climático.
- b) $0,40 < ISNA < 0,55$: áreas intermediárias - a cultura da aveia de sequeiro está exposta a um risco climático intermediário; e
- c) $ISNA \leq 0,40$: áreas inaptas - a cultura da aveia de sequeiro está exposta a um alto risco climático;

Por fim, em função das classes de risco, o município foi considerado recomendado para semeadura quando o valor de ISNA apresentou-se maior ou igual a 0,55 em pelo menos 20% de sua superfície.

Os mapas de temperatura e geada foram classificados e combinados para delimitar as áreas indicadas para cultivo, conforme descrito a seguir:

- I – probabilidade de ocorrência de $T_{max} \leq 32^{\circ}C$ nos decêndios 9º a 12º do ciclo $\geq 80\%$;
- II – probabilidade de ocorrência de $T_{min} \geq 6^{\circ}C$ nos decêndios 1º a 9º do ciclo $\geq 80\%$; e
- III – probabilidade de ocorrência de geada nos decêndios 9º a 12º do ciclo $\leq 20\%$.

AMENDOIM

1) Reserva Útil de Água dos Solos

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estimaram-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 35, 55 e 75 mm, respectivamente.

2) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

- a) $ISNA \geq 0,55$: a cultura está exposta a um baixo risco climático;
- b) $0,45 < ISNA < 0,55$: a cultura está exposta a um médio risco climático;
- c) $ISNA \leq 0,45$: a cultura está exposta a um alto risco climático.

3) Temperatura Média Anual

- a) Temp média anual, $T_a \geq 18^\circ\text{C}$: a cultura está exposta a um baixo risco climático;
- b) Temp média anual, $T_a < 18^\circ\text{C}$: a cultura está exposta a um alto risco climático.

ALGODÃO HERBÁCEO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Algodão deverá ser elaborado a partir da temperatura média mensal e do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					120
Grupo II					140
Grupo III					160

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente; para os estados do do Paraná-PR, Santa Catarina-SC, Rio Grande do Sul-RS, Mato Grosso do Sul-MS e Bahia-BA; e, de 20 mm, 45 mm e 50 mm, respectivamente, os Estados do Rio de Janeiro-RJ, Minas Gerais-MG, São Paulo-SP, Espírito Santo-ES, Acre-AC, Amazonas-AM, Amapá-AP, Roráima-RR, Rondônia-RO, Tocantins-TO, Pará-PA, Mato Grosso-MT, Goiás-DF, Alagoas-AL, Ceará-Ce, Maranhão-Ma, Paraíba-PB, Pernambuco-PE, Piauí-PI, Rio Grande do Norte-RN e

Sergipe-SE

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático deve-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura média

Temperatura média mensal entre 18 °C a 30 °C durante todo o ciclo da cultura.

2) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

- a) $ISNA > 0,55$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) $0,45 < ISNA < 0,55$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) $ISNA < 0,45$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperatura média mensal durante o ciclo da cultura entre 18 °C a 30 °C e valor de ISNA maior ou igual a 0,55 na fase de floração e enchimento de grãos.

AMEIXA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da ameixa deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo, da temperatura e altimetria. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado as seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) Precipitação média mensal; b) Temperatura média mensal; e c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos.

Como variáveis de saída do balanço hídrico do solo, deverão ser utilizados os valores mensais e anuais da deficiência hídrica.

Para a rede de estações meteorológicas disponíveis no Estado/UF que apresentem séries de medições diárias com, no mínimo, 15 anos e/ou referentes aos últimos 30 anos, deverão ser estimadas a frequência de ocorrência de horas de frio e probabilidade de ocorrência de geadas. Para a estimativa da frequência de ocorrência de horas de frio, considerar temperaturas inferiores a 7,2°C.

Os índices de horas de frio (NHF) e de Geada (PGe) e de deficiência hídrica anual (DHA) deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de DHA, deverão ser adotados os seguintes critérios:

- a) Baixo risco: $DHA \leq 100$ mm;
- b) Médio risco: $100 \text{ mm} < DHA \leq 200$ mm;
- c) Alto risco: $DHA > 200$ mm/ano.

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de horas de frio (NHF), para os estados de São Paulo e Minas Gerais, deverão ser adotados os seguintes critérios:

- a) Baixo risco: $50 \leq NHF \leq 100$;
- b) Alto risco: $NHF < 50$ e $NHF > 100$.

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de horas de frio (NHF), para o estado do Paraná, deverão ser adotados os seguintes critérios, respeitando as exigências dos diferentes grupos de cultivares:

- a) Grupo 1 (baixa exigência NHF): baixo risco - $150 \leq \text{NHF} \leq 250$;
- b) Grupo 2 (baixa exigência NHF): baixo risco - $250 \leq \text{NHF} \leq 350$;
- c) Grupo 3 (baixa exigência NHF): baixo risco - $350 \leq \text{NHF} \leq 500$.

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de geada (PGe), deverão ser adotados os seguintes critérios:

- a) Baixo risco: $\text{PGe} \leq 20\%$;
- b) Alto risco: $\text{PGe} > 20\%$.

Para o estado de Santa Catarina, a exigência em horas de frio poderá ser estimada a partir do mapeamento da altimetria (ALT), adotando –se seguintes critérios, respeitando as exigências dos diferentes grupos de cultivares:

- a) Grupo 1 (baixa exigência NHF): baixo risco - $\text{ALT} \geq 400$ metros;
- b) Grupo 2 (média exigência NHF): baixo risco - $\text{ALT} \geq 800$ metros;
- c) Grupo 3 (alta exigência NHF): baixo risco - $\text{ALT} \geq 1100$ metros.

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de DHA e PGe, NHF e ALT deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura da ameixa seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

- a) Baixo risco (concomitantemente): $\text{DHA} \leq 100$ mm, $\text{PGe} \leq 20\%$, NHF (ver critério por UF) e ALT (SC).
- b) Alto Risco: demais combinações.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política da UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (alto risco, baixo risco e médio risco).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio para cultivos em implantação deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

ARROZ IRRIGADO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Arroz Irrigado deverá ser elaborado a partir das temperaturas médias mensais máximas e mínimas.

Para a realização das análises deve-se considerar as seguintes informações:

a) Temperatura - utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários de temperatura registrados nas estações climatológicas disponíveis nos Estados.

b) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					105
Grupo II					120
Grupo III					135
Grupo IV					Supear a 135

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

Para a caracterização do risco climático deve-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura média das mínimas (T_{min}):

Adotar as seguintes temperaturas médias das mínimas durante o ciclo da cultura:

a) Baixo Risco: T_{min} ≥ 15 °C na fase de pré-floração/floração (de 15 dias antes a 5 dias após o início da floração);

b) Alto Risco: T_{min} < 15 °C

2) Temperatura média das máximas (T_{max}):

a) Baixo Risco: T_{max} ≤ 35 °C

b) Alto Risco: T_{max} > 35 °C

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperaturas médias mensais das mínimas superiores a 15 °C na fase de pré-floração e floração, ou seja, de 15 dias antes a 5 dias após o início da floração; e média das máximas inferior a 35 °C durante o ciclo da cultura.

ARROZ SEQUEIRO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Arroz Sequeiro deverá ser elaborado a partir das temperaturas médias mensais máximas e mínimas e do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					100
Grupo II					120
Grupo III					140

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente.

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático deve-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura média das mínimas (T_{min}) durante o ciclo da cultura:

- a) Baixo Risco: T_{min} > 10 °C
- b) Alto Risco: T_{min} < 10 °C

2) Temperatura média das máximas (T_{max}) durante o ciclo da cultura:

A temperatura média das máximas durante todo o ciclo será assim classificada:

- a) Baixo Risco: T_{max} ≤ 35 °C
- b) Alto Risco: T_{max} > 35 °C

3) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

- a) ISNA ≥ 0,65 – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) 0,55 < ISNA < 0,65 – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) ISNA ≤ 0,55 – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperaturas médias mensais das mínimas superiores a 10 °C e das máximas inferior a 35 °C durante o ciclo da cultura e valor de ISNA maior ou igual a 0,65 na fase de floração e enchimento de grãos.

BANANA

1) Temperatura média e Temperatura Média do mês de julho (T_mjulho)

A Temperatura ótima para o desenvolvimento da cultura situa-se em torno de 28° C, com limites não inferiores a 18° C e não superiores a 34° C.

Para os estados do RS e SC

- a) Baixo Risco: Temperatura média do mês de julho (T_mjulho) ≥ 14°C
- b) Alto Risco: Temperatura média do mês de julho (T_mjulho) < 14°C

Demais estados

- a) Baixo Risco: Temperatura média do mês de julho (T_mjulho) ≥ 15°C
- b) Alto Risco: Temperatura média do mês de julho (T_mjulho) < 15°C

2) Temperatura Média Anual (T_a) – apenas para os estados da Região Sul e Sudeste

- a) Baixo Risco: T_a > 18°C
- b) Alto Risco: T_a < 18°C

3) Deficiência Hídrica Anual (DHA)

- a) Baixo Risco: DHA ≤ 80 mm (com ocorrência inferior a 3 meses consecutivos de DHA superior a 50 mm)
- b) Alto Risco: DHA > 80 mm

Para os estados de AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE:

- a) Baixo Risco Sequeiro: DHA ≤ 200 mm
- b) Alto Risco: 200 < DHA ≤ 350 mm (cultivo possível em várzeas)
350 mm < DHA ≤ 700 mm (cultivo possível com irrigações complementares)
700 mm < DHA

4) Deficiência Hídrica Mensal (DHM) - – apenas para os estados da Região Sul e Sudeste

Será considerado o número de meses consecutivos com valores de DHM superior a 50 mm, assim definidos:

- a) Baixo Risco: DHM < 3 meses
- b) Médio Risco: DHM = 3 meses
- c) Alto Risco: DHM > 3 meses

3) Reserva Útil de Água dos Solos

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), a reserva útil de 125 mm.

CACAU

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do cacau deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e das temperaturas médias mensais e anual. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados diários de temperatura e precipitação pluviométrica de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF) que apresentem duração de série com entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado às seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) precipitação média mensal; b) temperatura média mensal; c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos.

Deficiência Hídrica Anual (DHA): estimada como variáveis de saída do balanço hídrico do solo.

Temperatura Média Anual (TMA): estimada para das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Os índices de temperatura média anual (TMA) e de deficiência hídrica anual (DHA) deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de DHA para as UFs de BA, ES, MG, RO, deverão ser adotados os seguintes critérios:

- a) Baixo risco: $DHA \leq 100$ mm;
- b) Alto risco: $DHA > 100$ mm.

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de DHA para as UFs de MT e PA, deverão ser adotados os seguintes critérios:

- a) Baixo risco: $DHA \leq 250$ mm;
- b) Alto risco: $DHA > 250$ mm.

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de TMA, deverão ser adotados os seguintes critérios:

a) Baixo risco: $21^{\circ}\text{C} \leq \text{TMA} \leq 28^{\circ}\text{C}$: a cultura está exposta a baixo risco climático;

b) Alto risco: $\text{TMA} < 21^{\circ}\text{C}$ e/ou $\text{TMA} > 28^{\circ}\text{C}$: a cultura está exposta a alto risco climático;

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de DHA e TMA deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura do cacau, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

a) Baixo risco: $\text{DHA} \leq 100 \text{ mm}$ e $22^{\circ}\text{C} < \text{TMA} < 28^{\circ}\text{C}$ (para **BA, ES, MG, RO**)

b) Baixo risco: $\text{DHA} \leq 2500 \text{ mm}$ e $22^{\circ}\text{C} < \text{TMA} < 28^{\circ}\text{C}$ (para **MT e PA**)

c) Alto Risco: demais combinações.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política da UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (alto risco, baixo risco e médio risco).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

CANA-DE-AÇÚCAR

1) Temperatura Média Anual (Ta)

- a) Temperatura média anual < 18°C - restrição acentuada e de alto risco à cultura da cana-de-açúcar para indústria;
- b) Temperatura média anual de 18°C a 20°C – restrição parcial por baixa temperatura;
- c) Temperatura média anual > 20°C – ideal; ótima para o crescimento da cana-de-açúcar;
- d) Temperatura média anual < 14°C – limite abaixo do qual a cana-de-açúcar se torna inviável por baixa temperatura.

2) Deficiência Hídrica Anual (DEF):

- a) Def = 0 mm – ausência de estação seca, dificultando maturação e colheita;
- b) 0 mm < Def < 200 mm – condição hídrica ideal a cultura da cana-de-açúcar;
- c) 200 mm < Def < 300 mm – deficiência hídrica sazonal; é recomendada irrigação suplementar ou de salvamento;
- d) Def > 400mm – alta deficiência hídrica, limite acima dos qual se torna inviável a cultura da cana-de-açúcar sem irrigação intensiva.

3) Índice de satisfação das necessidades de água (ISNA)

- a) ISNA ≥ 0,50 – a cultura está exposta a um baixo risco climático(favorável).
- b) 0,40 < ISNA < 0,50 – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) ISNA ≤ 0,40 – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

3) Valores de coeficiente de cultura (Kc) nas respectivas fases de desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Períodos de desenvolvimento	Dias após emergência	Kc ¹	Kc ²
Do plantio até 0,75 de cobertura	0 - 60	0,90	0,60
Máximo uso de água	60-210	1,15	1,05 - 1,30
Início da senescência	210-270	1,05	0,80 - 1,05
Maturação	270-360	0,70	0,60 - 0,75

Fonte: 1Bernardo (2006); 2Doorenbos e Kassam (1994)

4) Reserva Útil de Água dos Solos: estimada em função da profundidade efetiva das raízes e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos solos. Considera-se os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), com capacidade de armazenar 75 mm, 100 mm e 125 mm, respectivamente.

CANOLA

1) Reserva Útil de Água dos Solos: estimada em função da profundidade efetiva das raízes e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos solos. Considera-se os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), com capacidade de armazenar 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente.

2) Índice de satisfação das necessidades de água (ISNA)

- a) $ISNA \geq 0,55$: baixo risco;
- b) $0,55 > ISNA > 0,45$: médio risco; e
- c) $ISNA \leq 0,45$: alto risco.

3) Temperatura do ar (PR, RS, SC, SP)

- **Temperatura média das máximas:** Temperaturas superiores a 27°C são prejudiciais para a cultura na fase de florescimento e enchimento de grãos. Para a definição das probabilidades ocorrência da temperatura média das máximas. São definidas as seguintes classes de risco:

- a) Alto Risco: $T_{max} > 27^{\circ}C$
- b) Baixo Risco: $T_{max} < 27^{\circ}C$

- **Temperatura média das médias:** Temperaturas superiores a 18°C são prejudiciais para a cultura na fase de estabelecimento e desenvolvimento. São definidas as seguintes classes de risco:

- a) Alto Risco: $T_m > 18^{\circ}C$
- b) Baixo Risco: $T_m \leq 18^{\circ}C$

4) Ocorrência de Geadas: A ocorrência de geadas é prejudicial à cultura da canola principalmente na fase inicial de desenvolvimento da cultura. São definidas as seguintes classes de risco:

- a) **Alto Risco:** $T_{min} < 2^{\circ}C$
- b) **Baixo Risco:** $T_{min} \geq 2^{\circ}C$

CAFÉ

1) Temperatura Média Anual (Ta) e Temperatura média do mês de novembro (Tn)

Café Arábica

- a) Baixo Risco: $18^{\circ}\text{C} < T_a < 23^{\circ}\text{C}$
- b) Alto Risco: $T_a < 18^{\circ}\text{C}$ e $T_a > 23^{\circ}\text{C}$

- c) Baixo Risco: $T_n < 34^{\circ}\text{C}$
- d) Alto Risco: $T_n > 34^{\circ}\text{C}$

Café Robusta

- a) Baixo Risco: $22^{\circ}\text{C} < T_a < 26^{\circ}\text{C}$
- b) Alto Risco: $T_a < 22^{\circ}\text{C}$ e $T_a > 26^{\circ}\text{C}$

- c) Baixo Risco: $T_n < 35^{\circ}\text{C}$
- d) Alto Risco: $T_n > 35^{\circ}\text{C}$

2) Deficiência Hídrica Anual (DHA)

Café Arábica

- a) Baixo Risco Sequeiro: $DHA < 150$ mm
- b) Alto Risco: $DHA > 150$ mm (recomenda-se irrigação suplementar)

Café Robusta

- a) Baixo Risco Sequeiro: $DHA < 200$ mm
- b) Alto Risco: $DHA > 200$ mm (recomenda-se irrigação suplementar)

3) Reserva Útil de Água dos Solos

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reserva útil de 125 mm.

4) Ocorrência de Risco de Geadas (apenas para os estados do PR, SC, RS, SP e MS)

Com base na análise de séries históricas de temperatura mínima do abrigo e temperatura mínima de relva de todas as redes de estações meteorológicas do Estado, determina-se os riscos de ocorrência de geadas em cada estação. Devem ser calculadas as frequências de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C . Para que o município seja considerado de baixo risco a probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

CAJU

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do caju deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e das temperaturas médias mensais e anual. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados diários de temperatura e precipitação pluviométrica de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF) que apresentem duração de série com entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado às seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) precipitação média mensal; b) temperatura média mensal; c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos.

Deficiência Hídrica Anual (DHA): estimada como variável de saída do balanço hídrico do solo.

Excedente Hídrico Anual (EXC): estimado como variável de saída do balanço hídrico do solo.

Índice Hídrico Anual (Ih): estimado a partir das variáveis de saída do balanço hídrico do solo, através das fórmulas abaixo.

$$I_h = (I_u - 0,6 \times I_a) (\%)$$

onde

I_u é Índice de Umidade e

I_a é o Índice de Aridez

$$I_u = \frac{100 \times \sum EXC \text{ Anual} (\%)}{\sum ETP \text{ Anual}}$$

onde

ETP Anual = Evapotranspiração Potencial Anual (mm/ano)

EXC Anual = Excedente Hídrico Anual (mm/ano)

$$I_a = \frac{100 \times \sum DEF \text{ Anual} (\%)}{\sum ETP \text{ Anual}}$$

onde

DEF Anual é Deficiência Hídrica Anual (mm/ano)

Temperatura Média Anual (TMA): estimada para das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Os valores de temperatura média anual (TMA) e de Índice Hídrico Anual (Ih) deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de TMA, deverão ser adotados os seguintes critérios:

- a) Baixo Risco: $22^{\circ}\text{C} < \text{TMA} < 28^{\circ}\text{C}$;
- b) Médio Risco: $16^{\circ}\text{C} < \text{TMA} < 22^{\circ}\text{C}$ e /ou $28^{\circ}\text{C} < \text{Ta} < 32^{\circ}\text{C}$;
- c) Alto Risco: $15^{\circ}\text{C} < \text{TMA} < 16^{\circ}\text{C}$ e /ou $32^{\circ}\text{C} < \text{Ta} < 40^{\circ}\text{C}$;
- d) Inapto: $\text{Ta} < 15^{\circ}\text{C}$ e /ou $\text{Ta} > 40^{\circ}\text{C}$

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de Ih, deverão ser adotados os seguintes critérios:

- a) Baixo Risco Climático: $\text{Ih} > -15$
- b) Alto Risco Climático: $\text{Ih} < -15$

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de TMA e de Ih deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura do cacau, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

- a) Baixo risco: $\text{Ih} > -15$ e $22^{\circ}\text{C} < \text{TMA} < 28^{\circ}\text{C}$
- a) Médio risco: $\text{Ih} > -15$ e $16^{\circ}\text{C} < \text{TMA} < 22^{\circ}\text{C}$ e /ou $28^{\circ}\text{C} < \text{TMA} < 32^{\circ}\text{C}$
- b) Alto Risco: demais combinações

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (alto risco, baixo risco e médio risco).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

CEVADA IRRIGADA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da Cevada Irrigada deverá ser elaborado a partir dos seguintes critérios:

a) Para o Estado de Goiás-GO e Distrito Federal-DF

- 1) Altitudes: considerar altitudes iguais ou superiores a 500 metros;
- 2) Precipitação pluviométrica: probabilidade inferior a 20% de ocorrência de precipitação inferior a 75 milímetros na época de colheita;
- 3) Temperatura média mensal: considerar temperaturas abaixo de 25 °C durante a fase de perfilhamento.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, altitudes iguais ou superiores a 500 metros, probabilidade inferior a 20% de ocorrência de precipitação inferior a 75 milímetros na época de colheita e temperaturas abaixo de 25 °C durante a fase de perfilhamento.

b) Para os Estados de Minas Gerais-MG, São Paulo-SP e Mato Grosso do Sul-MS

- 1) Temperatura: considerar temperatura mínima média igual ou superior a 9 °C durante todo o ciclo da cultura; e, temperatura máxima média igual ou inferior a 28 °C na fase de floração da cultura;
- 2) Ocorrência de Risco de Geadas - probabilidade de ocorrência de geadas igual ou inferior a 25% durante a fase de floração da cultura;
- 3) Precipitação: Probabilidade inferior a 20% de ocorrência de precipitação inferior a 50 milímetros na época de colheita.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperatura mínima média igual ou superior a 9 °C durante todo o ciclo da cultura e temperatura máxima média igual ou inferior a 28 °C na fase de floração da cultura, probabilidade de ocorrência de geadas igual ou inferior a 25% durante a fase de floração da cultura e, probabilidade inferior a 20% de ocorrência de precipitação inferior a 50 milímetros na época de colheita

CEVADA SEQUEIRO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da Cevada Sequeiro deverá ser elaborado a partir das temperaturas médias durante o ciclo da cultura, risco de ocorrência de geadas na fase de espigamento e de excesso de chuva na colheita e do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					100
Grupo II					120
Grupo III					140

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente, para os estados do PR, SC e RS.

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático deve-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura média durante o ciclo (Tm)

a) Baixo Risco: $T_m \geq 9 \text{ }^\circ\text{C}$

b) Alto Risco: $T_m < 9 \text{ }^\circ\text{C}$

2) Ocorrência de risco de geadas: probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura

3) Índice de satisfação das necessidades de água (ISNA)

a) $ISNA > 0,55$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).

b) $0,40 < ISNA < 0,55$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).

c) $ISNA < 0,40$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

4) Risco de excesso de chuva na colheita: Probabilidade de ocorrência de excesso de chuva na colheita deve ser inferior que 20%.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, Temperatura média superior a $9 \text{ }^\circ\text{C}$, probabilidade de ocorrência de geada e de excesso de chuva na colheita inferior a 20% e valor de ISNA maior ou igual a 0,55 na fase de floração e enchimento de grãos.

CITROS

1) Temperatura média anual (T_a)

- a) Baixo Risco: $18^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq 31^{\circ}\text{C}$
- b) Alto Risco: $T_a < 18^{\circ}\text{C}$ e/ou $T_a > 31^{\circ}\text{C}$

2) Deficiência Hídrica Anual (DHA)

A frequência de deficiência hídrica foi calculada durante todo o ciclo da cultura. O cálculo da deficiência hídrica foi efetuado, através de um modelo adaptado para a cultura. Este modelo considera a capacidade de armazenamento de água dos solos, a camada de solo explorada pelo sistema radicular da planta e o grau de tolerância dos citros ao estresse hídrico. Consideradas as seguintes classes de deficiência hídrica anual (DHA) para definição das de baixo risco do ponto de vista hídrico:

Para os estados do RJ, MG, SP, ES

- a) Baixo Risco: $\text{DHA} \leq 130 \text{ mm}$
- b) Alto Risco: $\text{DHA} > 130 \text{ mm}$

Para os estados do PR, SC, RS

- a) Baixo Risco: $\text{DHA} \leq 100 \text{ mm}$
- b) Alto Risco: $\text{DHA} > 100 \text{ mm}$

Para os estados de AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE

- a) Baixo Risco: $\text{DHA} \leq 350 \text{ mm}$
- b) Alto Risco: $\text{DHA} > 350 \text{ mm}$

3) Reserva Útil de Água dos Solos

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), a reserva útil de 125 mm.

COCO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do coco deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e das temperaturas médias mensais e anual. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados diários de temperatura e precipitação pluviométrica de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF) que apresentem duração de série com entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado o índice de precipitação média (ou mediana) mensal (PMM) e anual (PMA) estimado para cada estação/posto pluviométrico disponível. O estudo deverá considerar também a frequência de ocorrência de precipitação média mensal superior a 50 mm em três meses consecutivos (P3M).

Temperatura Média Anual (TMA): estimada a partir das séries de medições diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Os índices de temperatura média anual (TMA) e de precipitação anual (PMA) deverão ser georreferenciados e incorporados a um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis. Para isso, aplicar estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de PMA, deverão ser adotados os seguintes critérios, consideradas as regiões:

Região Sudeste	a) Baixo risco Sequeiro: PMA \geq 1250 mm/ano
	b) Baixo risco Irrigado: PMA < 1250 mm/ano
Região Nordeste:	a) Baixo risco Sequeiro: PMA \geq 1200 mm/ano
	b) Baixo risco Irrigado: PMA < 1200 mm/ano
Regiões Norte e Centro Oeste	a) Baixo risco Sequeiro: PMA \geq 1500 mm/ano
	b) Baixo risco Irrigado: PMA < 1500 mm/ano

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de PMM superior a 50 mm em três meses consecutivos (P3M), deverão ser adotados os seguintes critérios, consideradas as regiões:

Região Centro Oeste	a) Baixo risco sequeiro: $P3M \geq 50$ mm
	b) Baixo risco irrigado: $P3M < 50$ mm

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de TMA, deverão ser adotados os seguintes critérios, consideradas as regiões:

Região Sudeste	a) Baixo Risco: $21^{\circ}\text{C} \leq \text{TMA} \leq 30^{\circ}\text{C}$
	b) Alto Risco: $\text{TMA} < 21^{\circ}\text{C}$ e/ou $\text{TMA} > 30^{\circ}\text{C}$
Região Nordeste:	a) Baixo Risco: $22^{\circ}\text{C} \leq \text{TMA} \leq 30^{\circ}\text{C}$
	b) Alto Risco: $\text{TMA} < 22^{\circ}\text{C}$ e/ou $\text{TMA} > 30^{\circ}\text{C}$
Regiões Norte e Centro Oeste	a) Baixo Risco: $22^{\circ}\text{C} \leq \text{TMA} \leq 30^{\circ}\text{C}$
	b) Alto Risco: $\text{TMA} < 22^{\circ}\text{C}$ e/ou $\text{TMA} > 30^{\circ}\text{C}$

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de TMA, PMA e P3M deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura do cacau, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

Classe_TMA && Classe_PMA && P3M == Classe_MapaFinal

Onde: && representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa

Região	Classe_TMA	Classe_PMA	P3M	Classe_MapaFinal
	($^{\circ}\text{C}$)	(mm)	(mm)	(Risco)
SE	$21 \leq \text{TMA} \leq 30$	$\text{PMA} \geq 1250$	$\text{P3M} \geq 50$	Baixo risco sequeiro
	$21 \leq \text{TMA} \leq 30$	$\text{PMA} \geq 1250$	$\text{P3M} < 50$	Baixo risco irrigado
	$21 \leq \text{TMA} \leq 30$	$\text{PMA} < 1250$	$\text{P3M} \geq 50$	Baixo risco irrigado
	$21 \leq \text{TMA} \leq 30$	$\text{PMA} < 1250$	$\text{P3M} < 50$	Baixo risco irrigado
	$\text{TMA} < 21$ e/ou $\text{TMA} > 30$	Todas	Todas	Alto risco
NE	$22 \leq \text{TMA} \leq 30^{\circ}\text{C}$	$\text{PMA} \geq 1200$	$\text{P3M} \geq 50$	Baixo risco sequeiro
	$22 \leq \text{TMA} \leq 30^{\circ}\text{C}$	$\text{PMA} \geq 1200$	$\text{P3M} < 50$	Baixo risco irrigado

	$22 \leq TMA \leq 30^{\circ}\text{C}$	$PMA < 1200$	$P3M \geq 50$	Baixo risco irrigado
	$22 \leq TMA \leq 30^{\circ}\text{C}$	$PMA < 1200$	$P3M < 50$	Baixo risco irrigado
	$TMA < 22$ e/ou $TMA > 30$	Todas	Todas	Alto Risco
CO e NO	$22 \leq TMA \leq 30$	$PMA \geq 1500$	$P3M \geq 50$	Baixo risco sequeiro
	$22 \leq TMA \leq 30$	$PMA \geq 1500$	$P3M < 50$	Baixo risco irrigado
	$22 \leq TMA \leq 30$	$PMA < 1500$	$P3M \geq 50$	Baixo risco irrigado
	$22 \leq TMA \leq 30$	$PMA < 1500$	$P3M < 50$	Baixo risco irrigado
	$TMA < 22$ e/ou $TMA > 30$	Todas	Todas	Alto risco

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política da UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (alto risco, baixo risco e médio risco).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

FEIJÃO CAUPI

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Feijão Caupi deverá ser elaborado a partir do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias e da temperatura média anual. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					70
Grupo II					80
Grupo III					90

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 40 mm e 60 mm, respectivamente, para os estados de AL, BA, CE, PB, PE, RN e SE; e de 20 mm, 40 mm e 60 mm, respectivamente, para os estados do MA, PI.

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático devem-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura Média Anual (Ta)

a) Baixo Risco: $18^{\circ}\text{C} \geq Ta \leq 34^{\circ}\text{C}$

b) Alto Risco: $Ta < 18^{\circ}\text{C}$ e $Ta > 34^{\circ}\text{C}$

2) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

a) $ISNA \geq 0,50$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).

b) $0,40 < ISNA < 0,50$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).

c) $ISNA \leq 0,40$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperatura média anual entre 18°C e 34°C e valor de ISNA maior ou igual a 0,50 na fase de floração e enchimento de grãos.

FEIJÃO *PHASEOLUS* (1ª, 2ª E 3ª SAFRAS)

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Feijão *Phaseolus* (1ª, 2ª e 3ª safras) deverá ser elaborado a partir das temperaturas médias mensais máximas e média anual, do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias e do risco de ocorrência de geada e de excesso de chuva na colheita. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					80
Grupo II					90
Grupo III					100

Onde:

- Fase I = Germinação e emergência;
Fase II = Crescimento e desenvolvimento;
Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,
Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30 mm, 45 mm e 60 mm, respectivamente, para os Estados do Paraná-PR, Santa Catarina-SC, Rio Grande do Sul-RS, Mato Grosso do Sul-MS e Bahia-BA; e, de 30 mm, 40 mm e 50 mm, respectivamente, para os Estados do Rio de Janeiro-RJ, Minas Gerais-MG, São Paulo-SP, Espírito Santo-ES, Acre-AC, Amazonas-AM, Amapá-AP, Roraima-RR, Tocantins-TO, Pará-PA, Mato Grosso-MT, Goiás-GO, Distrito Federal-DF, Alagoas-AL, Ceará-CE, Paraíba-PB, Pernambuco-PE, Maranhão-MA, Piauí-PI, Rio Grande do Norte-RN e

Sergipe-SE

.

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático devem-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura média das máximas (T_{max}) na fase de florescimento (fase III):

a) Baixo Risco: $T_{max} \leq 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$

b) Alto Risco: $T_{max} > 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$

2) Temperatura Média Anual (T_a) durante todo o ciclo:

a) Baixo Risco: $T_a \geq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$

b) Alto Risco: $T_a < 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$

3) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

a) $ISNA > 0,60$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).

b) $0,50 < ISNA < 0,60$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).

c) $ISNA < 0,50$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

4) Probabilidade de ocorrência de excesso de chuva (75 mm em até 10 dias) na colheita deve ser inferior que 20%.

5) Ocorrência de Risco de Geadas: probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar temperatura média das máximas na fase de florescimento da cultura inferior $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura média anual superior a $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, probabilidade de ocorrência de geada e de excesso de chuva na colheita inferior a 20% e valor de ISNA maior ou igual a 0,60 na fase de floração e enchimento de grãos.

GERGELIM

1) Temperatura do ar

As temperaturas ideais para o crescimento e desenvolvimento da planta situam-se entre 25°C e 30°C, inclusive para a germinação das sementes. Temperaturas abaixo de 20°C provocam atraso na germinação e no desenvolvimento da planta e abaixo de 10°C todo o metabolismo fica paralisado, levando à morte da planta. Temperaturas superiores a 40°C causam abortamento de flores e não enchimento de grãos (ARRIEL et al., 2006).

2) Reserva Útil de Água dos Solos: estimada em função da profundidade efetiva das raízes e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos solos. Considera-se os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), com capacidade de armazenar 35 mm, 60 mm e 75 mm de água, respectivamente.

3) Altitude: produz bem em até 1.250 m acima do nível médio do mar. Acima de 1.250 m, as plantas se apresentam pequenas, pouco ramificadas, a produtividade é baixa e as sementes são de baixa qualidade (AMORIM NETO et al., 2001).

4) Índice de satisfação das necessidades de água (ISNA)

- a) $ISNA \geq 0,55$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) $0,45 < ISNA < 0,55$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) $ISNA \leq 0,45$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

GIRASSOL

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Girassol deverá ser elaborado a partir das temperaturas médias anuais e durante o ciclo da cultura, do risco de geadas e do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					110
Grupo II					120
Grupo III					130

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30 mm, 50 mm e 75 mm de água, respectivamente, para os estados de AL, BA, CE, DF, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, RN, RS, SE, SP, TO e SC; e de 42 mm, 60 mm e 72 mm de água, respectivamente para o estado do Paraná;

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com

profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático, adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura média anual (T_a) na fase de floração e enchimento de grãos da cultura para os Estados de GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, RN, RS, SE, SP, TO e DF:

- a) Baixo Risco: $T_a > 19^\circ\text{C}$
- b) Alto Risco: $T_a < 19^\circ\text{C}$

2) Temperatura média durante o ciclo (T_m) para os Estados do Paraná e Santa Catarina:

- a) Baixo Risco: $T_a \geq 20^\circ\text{C}$;
- b) Alto Risco: $T_a < 20^\circ\text{C}$

3) Índice de satisfação das necessidades de água (ISNA), na fase de floração e enchimento de grãos:

- a) $ISNA > 0,55$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) $0,45 < ISNA < 0,55$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) $ISNA < 0,45$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

3.1) Índice de satisfação das necessidades de água (ISNA), na fase de floração e enchimento de grãos da cultura, apenas para os Estados do PR, SC, GO, MS, MT, TO e DF:

- a) $ISNA > 0,65$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) $0,55 < ISNA < 0,65$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) $ISNA < 0,55$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

4) Risco de ocorrência de geadas (apenas para os Estados do PR e SC) :

probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperaturas médias anual e durante o ciclo da cultura superiores a 19°C e 20°C , respectivamente, probabilidade de ocorrência de geada inferior a 20% e valor de ISNA maior ou igual a 0,55 na fase de floração e enchimento de grãos.

GOIABA

MATERIAL E MÉTODOS

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura goiaba deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e da temperatura média, estimados para períodos mensais e anuais. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, dos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos, deverá ser aplicado o índice de precipitação média (ou mediana) anual (PPM) estimado para cada estação/posto pluviométrico disponível.

Temperaturas média anual (Tmed) e mínima média anual (Tmin): estimadas a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Os valores de **PPM e Tmed** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Precipitação média Anual (PPM)

- a) $700 \text{ mm} \leq \text{PPM} \leq 1600 \text{ mm}$: Baixo risco:
- b) $\text{PPM} < 700 \text{ mm}$ e/ou $\text{PPM} > 1600 \text{ mm}$: Alto risco:

2. Temperatura média anual (Tmed)

- a) $\text{Tmed} \geq 19^\circ\text{C}$: Baixo risco
- b) $\text{Tmed} < 19^\circ\text{C}$: Alto Risco

3. Temperatura mínima média (Tmin)

- a) $\text{Tmin} > 14^\circ\text{C}$: Baixo risco
- b) $\text{Tmin} \leq 14^\circ\text{C}$: Alto risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de **PPM, Tmed e Tmin** deverão ser

cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura da goiaba, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

$700 \leq \text{PPM} \leq 1600 \ \&\& \ \text{Tmed} \geq 19 \ \&\& \ \text{Tmin} > 14 \implies \text{Classe_Baixo risco.}$

Onde $\&\&$ representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

Obs.: demais combinações resultarão em classes de médio e/ou alto risco.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

MAÇÃ

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da maçã deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da temperatura do ar e da altimetria. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Temperatura máxima média mensal (Tmax), mínima média mensal (Tmin), Frequência de ocorrência de horas de frio (NHF) e probabilidade de ocorrência de geadas (PGe): deverão ser estimadas a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude. Para a estimativa da frequência de ocorrência de horas de frio, considerar temperaturas inferiores a 7,2°C.

Os índices de temperatura Tmax, Tmin, horas de frio (NHF) e de probabilidade de ocorrência de Geada (PGe) deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Frequência de ocorrência de horas de frio (NHF): considerar as recomendações segundo a UF.

- Para RS:

- a) $450 \leq \text{NHF} \leq 600$ = Baixo risco -;
- b) $300 \leq \text{NHF} \leq 450$ = Médio risco;
- c) $\text{NHF} < 350$ e /ou $\text{NHF} > 600$ = Alto Risco

- Para PR:

- a) Grupo 1 (baixa exigência NHF): $150 \leq \text{NHF} \leq 300$ = Baixo risco;
- b) Grupo 2 (média exigência NHF): $300 \leq \text{NHF} \leq 500$ = Baixo risco;
- c) Todos os Grupos: $\leq \text{NHF} \leq 150$ = Alto risco.

- Para SC:

- a) Baixa exigência: $\text{NHF} \geq 300$: Baixo risco;
- b). Média exigência: $\text{NHF} \geq 550$: Baixo risco ($\text{NHF} \geq 450$, com indução floral);
- c). Alta exigência: $\text{NHF} \geq 700$: Baixo risco ($\text{NHF} \geq 500$, com indução floral).

2. Temperatura Máxima Média (Tmax): Estimada para os meses de junho, julho e agosto (inverno).

- Para o RS

a) $17^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{max}} \leq 18^{\circ}\text{C}$: Baixo risco

a) $18^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{max}} \leq 19^{\circ}\text{C}$: Médio risco

b) $T_{\text{max}} < 17^{\circ}\text{C}$ e/ou $T_{\text{max}} > 19^{\circ}\text{C}$: Alto risco

3. Temperatura Média (Tmed): Estimada para os meses de dezembro a fevereiro (verão)

- Para o RS

a) $18^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{med}} \leq 21^{\circ}\text{C}$: Baixo risco

b) $21^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{med}} \leq 24,5^{\circ}\text{C}$: Médio risco

c) $T_{\text{med}} < 18^{\circ}\text{C}$ e/ou $T_{\text{med}} > 24,5^{\circ}\text{C}$: Alto risco

- Para o SC: **Estimada para os meses de outubro a abril**

I - Grupo de baixa exigência em NHF

a) $T_{\text{med}} \leq 23^{\circ}\text{C}$: Baixo risco

b) $T_{\text{med}} > 23^{\circ}\text{C}$: Alto risco

II - Grupo média e alta exigências em NHF

a) $T_{\text{med}} \leq 22^{\circ}\text{C}$: Baixo risco

b) $T_{\text{med}} > 22^{\circ}\text{C}$: Alto risco

4. Probabilidade de ocorrência de geadas (PGe)

a) Baixo risco: $P_{\text{Ge}} \leq 20\%$;

b) Alto risco: $P_{\text{Ge}} > 20\%$.

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de NHF, Tmax, Tmin e PGe deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura da maçã seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

1. RS

a) $450 \leq \text{NHF} \leq 600 \ \&\& \ 17 \leq T_{\text{max}} \leq 18 \ \&\& \ 18 \leq T_{\text{med}} \leq 21 \ \&\& \ P_{\text{Ge}} \leq 20 \ ==$ Classe_Baixo risco.

b) Demais Combinações == Classe_Médio ou Classe_Alto risco.

2. SC

a) **Grupo baixa exigência:** $\text{NHF} \geq 300 \ \&\& \ T_{\text{med}} \leq 23 \ \&\& \ P_{\text{Ge}} \leq 20 \ ==$ Classe_Baixo risco

b) **Grupo média exigência:** $\text{NHF} \geq 550 \ \&\& \ T_{\text{med}} \leq 23 \ \&\& \ P_{\text{Ge}} \leq 20 \ ==$ Classe_Baixo risco

c) **Grupo alta exigência:** $\text{NHF} \geq 700 \ \&\& \ T_{\text{med}} \leq 23 \ \&\& \ P_{\text{Ge}} \leq 20 \ ==$ Classe_Baixo risco

d) Demais Combinações == Classe_Médio ou Classe_Alto risco.

e) Observar critérios para quando com indução floral

3. PR

a) Grupo baixa exigência: $150 \leq \text{NHF} \leq 300 \ \&\& \ \&\& \ \text{PGe} \leq 20 \implies \text{Classe_Baixo}$
risco

b) Grupo média exigência: $300 \leq \text{NHF} \leq 500 \ \&\& \ \text{PGe} \leq 20 \implies \text{Classe_Baixo}$ risco

b) Demais Combinações $\implies \text{Classe_Alto}$ risco.

Onde $\&\&$ representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política da UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (alto risco, baixo risco e médio risco).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio para cultivos em implantação deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

MAMÃO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do mamão deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e da temperatura do ar estimadas para períodos mensais e anuais. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado às seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) precipitação média mensal; b) temperatura média mensal; c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos.

Deficiência Hídrica Anual (DHA): estimada como variável de saída do balanço hídrico do solo.

Temperatura média anual (Tmed): estimada para das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Probabilidade de ocorrência de geada (PGe): deverá ser estimada a partir das séries diárias das temperaturas mínimas registradas nas estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) por meio da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Altitude (Alt): deverá ser obtida das grades altimétricas obtidas dos satélites orbitais ambientais.

Os valores de **DHA**, **Tmed**, **PGe** e **Alt** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Deficiência Hídrica Anual (DHA)

- a) $DHA \leq 80$ mm: Baixo risco
- b) $DHA > 80$ mm: Alto risco

2. Temperatura Média Anual (Tmed)

Região Sul	a) Tmed ≥ 19°C: Baixo risco
	b) Tmed < 19°C: Alto Risco
Regiões SE, NO, NE e CO	a) Tmed ≥ 20°C: Baixo risco
	b) 18°C ≤ Tmed < 20°C: Médio Risco
	c) Tmed < 18°C: Alto Risco
Rio de Janeiro	a) 22°C ≤ Tmed < 28°C: Baixo risco
	b) Tmed < 22°C e/ou Tmed > 28°C: Alto Risco

2. Altitude (Alt)

Rio de Janeiro	a) Alt ≤ 200 m: Baixo risco
	b) Alt > 200 m: Alto risco
Região sul	a) Alt ≤ 500 m: Baixo risco
	b) Alt > 500 m: Alto risco

4. Probabilidade de ocorrência de geada (PGe)

- a) **PGe** ≤ 20%: Baixo risco
b) **PGe** > 20%: Alto risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de **DHA**, **Tmed**, **Alt** e **PGe** deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura do mamão, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

$DHA \leq 80 \ \&\& \ Tmed \geq 19 \ \&\& \ Alt \leq 500 \ \&\& \ PGe \leq 20 ==$ Classe_Baixo risco.
Onde && representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.
Obs.: demais combinações resultarão em Classe_alto risco.

Classe_TMA && Classe_PMA && P3M == Classe_MapaFinal

Onde && representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa

Região	DHA (°C)	Classe_Tmed (°C)	Classe_Alt (m)	PGe (%)	Classe_MapaFinal (Risco)
SE, NO, NE e CO	DHA ≤ 80	Tmed ≥ 20			Baixo risco sequeiro
	DHA ≤ 80	18 ≤ Tmed ≤ 20			Médio risco
	DHA ≤ 80	Tmed < 18			Alto risco
	DHA > 80	Tmed ≥ 20			Baixo risco irrigado
	DHA > 80	18 ≤ Tmed ≤ 20			Médio risco irrigado
	DHA > 80	Tmed < 18			Alto risco
SUL	DHA ≤ 80	Tmed ≥ 19	Alt ≤ 500	PGe ≤ 20	Baixo risco

	80			20	
	DHA \leq 80	Tmed < 19	Todas	Todas	Alto risco
	DHA > 80	Tmed \geq 19	Alt \leq 500	PGe \leq 20	Baixo risco irrigado
	DHA > 80	Tmed < 19	Todas	Todas	Alto risco
RJ	DHA \leq 80	22 \leq Tmed \leq 28	Alt \leq 200		Baixo risco sequeiro
	DHA \leq 80	Tmed < 22 e/ou Tmed > 28	Todas		Alto risco
	DHA > 80	22 \leq Tmed \leq 28	Alt \leq 200		Baixo risco irrigado
	DHA > 80	Tmed < 22 e/ou Tmed > 28	Todas	Todas	Alto risco

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

MAMONA

1) Temperatura Média Anual (T_a):

- a) $T_a < 20^\circ\text{C}$ ou $T_a > 30^\circ\text{C}$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).
- b) $20^\circ\text{C} \leq T_a \leq 30^\circ\text{C}$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).

1.1) Temperatura Média Anual (T_a) para os estados do PR, RS, SC

- a) Temperatura média anual $\geq 18^\circ\text{C}$;
- b) Precipitação média ≥ 700 mm no período chuvoso;
- c) Temperatura mínima $\geq 3^\circ\text{C}$;

2) Precipitação Média Anual: Igual ou superior a 700 mm;

3) Altitude

- a) $\text{Alt} < 300$ metros ou $\text{Alt} > 1500$ metros – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).
- b) $300 \text{ metros} \leq \text{Alt} \leq 1500$ metros – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).

4) Índice de satisfação das necessidades de água (ISNA)

- a) $\text{ISNA} \geq 0,50$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático.
- b) $0,40 < \text{ISNA} < 0,50$ – a cultura está exposta a um risco climático médio.
- c) $\text{ISNA} \leq 0,40$ – a cultura está exposta a um alto risco climático.

5) Reserva Útil de Água dos Solos: estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estimaram-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30mm, 50mm e 70mm, respectivamente.

MANDIOCA

1) Temperatura Média Mensal (Tm)

a) Baixo Risco: $T_a \geq 19^\circ\text{C}$

b) Alto Risco: $T_a < 19^\circ\text{C}$

2) Índice Hídrico (Ih)

$I_u = [100 \times \Sigma \text{EXC Anual (\%)}] / \Sigma \text{ETP Anual}$

$I_a = [100 \times \Sigma \text{DEF Anual (\%)}] / \Sigma \text{ETP Anual}$

$I_h = (I_u - 0,6 \times I_a) (\%)$

onde:

ETP Anual = Evapotranspiração Potencial Anual (mm/ano)

EXC Anual = Excedente Hídrico Anual (mm/ano)

DEF Anual = Deficiência Hídrica Anual (mm/ano)

O I_h obtido do modelo é submetido a uma análise frequencial, para obtenção da frequência de ocorrência de 80% do índice. Para definição das áreas aptas e inaptas do ponto de vista hídrico, estabelecer as seguintes classes de I_h :

a) Baixo Risco: $50 \leq I_h \leq 100$

b) Risco Intermediário: $-30 \leq I_h < -50$

c) Alto Risco: $I_h < -30$ e $I_h > 100$

3) Reserva Útil de Água dos Solos

Para os estados do AC, AM, AP, RR, RO, TO, PA, MT, GO, DF

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 75 mm, 100 mm e 125 mm, respectivamente.

Para o estado de MS

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 20 mm, 40 mm e 60 mm, respectivamente.

PARA OS ESTADOS DE AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE

1) Temperatura Média Anual (Ta)

A Temperatura Média Anual durante todo o ciclo será assim classificada:

a) Baixo Risco: $T_a \geq 15^\circ\text{C}$

b) Alto Risco: $T_a < 15^\circ\text{C}$

2) Índice Hídrico (Ih)

$I_u = 100 \times \frac{\Sigma \text{EXC Anual (\%)}}{\Sigma \text{ETP Anual}}$

$$I_a = 100 \times \frac{\Sigma DEF \text{ Anual}}{\Sigma ETP \text{ Anual}} (\%);$$

$$I_h = (I_u - 0,6 \times I_a) (\%)$$

onde:

ETP Anual = Evapotranspiração Potencial Anual (mm/ano)

EXC Anual = Excedente Hídrico Anual (mm/ano)

DEF Anual = Deficiência Hídrica Anual (mm/ano)

O I_h obtido do modelo é submetido a uma análise frequencial, para obtenção da frequência de ocorrência de 80% do índice. Para definição das áreas aptas e inaptas do ponto de vista hídrico, estabelecer as seguintes classes de I_h :

- a) Risco Intermediário: $50 < I_h$ (cultivo possível em terrenos muito bem drenados)
- b) Baixo Risco: $-10 < I_h \leq -50$
- c) Risco Intermediário: $-45 < I_h \leq -10$ (cultivo possível em várzeas úmidas, bem drenadas)
- d) Alto Risco: $I_h \leq -45$

3) Probabilidade de Sucesso de Colheita

Risco	Critério
Baixo	▪ municípios que possuam 20% ou mais da área, com 60% ou mais de probabilidade de sucesso na colheita (6 anos em 10, pelo menos);
Médio	▪ municípios que possuam 20% ou mais da área, com 50% a 60% de probabilidade de sucesso na colheita (de 5 a 6 anos em 10, pelo menos); e ▪ municípios com pequenas áreas de <u>médio</u> e <u>baixo</u> riscos climáticos que, juntas, somam 20% ou mais da área total, embora nenhuma delas, sozinha, atinja os 20%;
Alto	▪ municípios com mais de 80% área com probabilidade de sucesso inferior a 50%.

4) Reserva Útil de Água dos Solos

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), a reserva útil de 125 mm.

MANGA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da manga deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e da temperatura do ar, estimadas para períodos mensais e anuais. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado às seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) precipitação média mensal; b) temperatura média mensal; c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos representativas dos Solos Tipo 1, 2 e 3, respectivamente, definidos pela Instrução Normativa específica publicada pelo CGZA/MAPA.

Precipitação média anual (PPA)

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos, também deverá ser aplicado o índice de precipitação média (ou mediana) anual (PPM), estimado para cada estação/posto pluviométrico disponível.

Deficiência Hídrica Mensal (DHM): estimada como variável de saída do balanço hídrico do solo. A partir desses índices, deverá ser obtida a frequência de ocorrência de dois meses consecutivos com valores de DHM superior a 10 mm (DH2).

Temperatura média anual (Tmed): estimada para das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Os valores de **PPA**, **DH2** e **Tmed** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Deficiência hídrica mensal superior a 10 mm em dois meses consecutivos (DH2)

- a) $DH2 \leq 2$: Baixo risco
- b) $DH2 > 2$: Alto risco

2. Precipitação média anual (PPA)

- a) $750 \leq \text{PPA} \leq 2.500$: baixo risco sequeiro;
- b) $\text{PPA} \leq 750$: baixo risco com irrigação suplementar;
- c) $\text{PPA} \geq 2.500$: alto risco.

3. Temperatura Média Anual (Tmed)

- a) $T_{\text{med}} \geq 20^{\circ}\text{C}$: Baixo risco;
- b) $T_{\text{med}} \leq 20^{\circ}\text{C}$: Alto risco.

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de **DH2, PPA e Tmed** deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura da manga, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

- a) $\text{DH2} \leq 2 \ \&\& \ 750 \leq \text{PPA} \leq 2.500 \ \&\& \ T_{\text{med}} \geq 20 \implies \text{Classe_Baixo risco sequeiro}$.
- b) $\text{DH2} \leq 2 \ \&\& \ \text{PPA} \leq 750 \ \&\& \ T_{\text{med}} \geq 20 \implies \text{Classe_Baixo risco irrigado}$.
- c) Demais combinações resultarão em $\implies \text{Classe_Alto risco}$.

Onde $\&\&$ representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

MARACUJÁ

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do maracujá deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e da temperatura do ar estimadas para períodos mensais e anuais. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá ser utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado às seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) precipitação média mensal; b) temperatura média mensal; c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos. Para a região sul, considerar 100, 125 e 150 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos representativas dos Solos Tipo 1, 2 e 3, respectivamente, definidos pela Instrução Normativa específica publicada pelo CGZA/MAPA.

Deficiência Hídrica Anual (DHA): estimada como variável de saída do balanço hídrico do solo.

Temperatura média anual (Tmed): estimada para das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Probabilidade de ocorrência de geada (PGe): deverá ser estimada a partir das séries diárias das temperaturas mínimas registradas nas estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) por meio da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Altitude (Alt): deverá ser obtida das grades altimétricas obtidas dos satélites orbitais ambientais.

Os valores de **DHA**, **Tmed**, **PGe** e **Alt** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Deficiência Hídrica Anual (DHA)

Região Sul	a) $DHA \leq 100$ mm: Baixo risco
	b) $DHA > 100$ mm: Alto risco
Região Norte	a) $DHA \leq 150$ mm: Baixo risco
	b) $DHA > 150$ mm: Alto risco
Demais regiões	a) $DHA \leq 120$ mm: Baixo risco
	b) $DHA > 120$ mm: Alto risco

2. Temperatura Média Anual (Tmed)

Região Sul	a) $T_{med} \geq 18^{\circ}C$: Baixo risco
	b) $T_{med} < 18^{\circ}C$: Alto Risco
Demais regiões	b) $21^{\circ}C \leq T_{med} \leq 26^{\circ}C$: Baixo Risco
	a) $T_{med} < 20^{\circ}C$ e/ou $T_{med} > 26^{\circ}C$: Alto risco

3. Altitude (Alt)

Região sul	a) $Alt \leq 700$ m: Baixo risco
	b) $Alt > 700$ m: Alto risco
Demais regiões/UF	a) $Alt \leq 1000$ m: Baixo risco
	b) $Alt > 1000$ m: Alto risco

4. Probabilidade de ocorrência de geada (PGe)

- a) $PGe \leq 20\%$: Baixo risco
- b) $PGe > 20\%$: Alto risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de **DHA**, **Tmed**, **Alt** e **PGe** deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura do maracujá, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

1. Região sul

- a) $DHA \leq 100 \ \&\& \ T_{med} \geq 18 \ \&\& \ Alt \leq 700 \ m \ \&\& \ PGe \leq 20 \ == \ Classe_Baixo \ risco.$
- b) Demais Combinações == Classe_Alto risco.

2. Região Norte

- a) $DHA \leq 150 \ \&\& \ 21 \leq T_{med} \leq 26 \ \&\& \ Alt \leq 1000 \ == \ Classe_Baixo \ risco.$
- b) Demais Combinações == Classe_Alto risco.

3. Demais regiões

- a) $DHA \leq 120 \ \&\& \ 21 \leq T_{med} \leq 26 \ \&\& \ Alt \leq 1000 \ == \ Classe_Baixo \ risco.$
- b) Demais Combinações == Classe_Alto risco.

Onde $\&\&$ representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

Obs.: demais combinações resultarão em Classe_alto risco.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

MELANCIA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da melancia deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo, da temperatura do ar e da altimetria. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura, deverão ser utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico da cultura, ao qual deverá ser incorporado as seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) precipitação pluviométrica diária, b) evapotranspiração potencial ou de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis; c) coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica; d) reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos solos. Considerar 30, 40 e 50 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos (R_{Umax}) representativas dos Solos Tipo 1, 2 e 3, respectivamente, definidos por Instrução Normativa específica publicada pela CGZA/MAPA.

Simular o balanço hídrico da cultura considerando a duração do ciclo e fases fenológicas por grupo de ciclo, conforme definido na Tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I	10	25	25	20	80

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento/desenvolvimento vegetativo;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação fisiológica e colheita.

Índice de satisfação das necessidades de água (ISNA). Deverá ser obtido como variável de saída do modelo de balanço hídrico da cultura, para fase de floração e enchimento de grãos (Fase III). Obter o ISNA resultante de análise frequencial, e para o 8º quantil da frequência (80%), ou seja, ocorrência de 8 anos a cada 10.

Temperatura mínima média mensal (T_{min}), média anual (T_{med}): estimadas a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes

de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Os valores de ISNA, **Tmin** e **Tmed** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Índice de satisfação das necessidades de água (ISNA)

- a) $ISNA \geq 0,45$: a cultura está exposta a baixo risco climático;
- b) $ISNA < 0,45$: a cultura está exposta a alto risco climático;

2. Temperatura média anual (Tmed)

- a) $Tmed \geq 18^{\circ}C$: Baixo risco
- b) $Tmed < 18^{\circ}C$: Alto risco

3. Temperatura mínima média anual (Tmin)

- a) $Tmin \geq 12^{\circ}C$: Baixo risco;
- b) $Tmin < 12^{\circ}C$: Alto risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de ISNA, **Tmed** e **Tmin** deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura da melancia, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

- a) $ISNA \geq 0,45 \ \&\& \ Tmed \geq 18 \ \&\& \ Tmin \geq 12 ==$ Classe_Baixo risco;
- b) Demais combinações == Classe_Alto risco

onde

$\&\&$ e $==$ representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

MILHETO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Milheto deverá ser elaborado a partir do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias, da temperatura média anual e do risco de ocorrência de geadas. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					90
Grupo II					110
Grupo III					130

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente.

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático deve-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura Média Anual (Ta):

- a) Baixo Risco: $Ta \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$
- b) Alto Risco: $Ta < 18 \text{ }^\circ\text{C}$

2) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

- a) $ISNA \geq 0,50$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) $0,40 < ISNA < 0,50$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) $ISNA \leq 0,40$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

3) Ocorrência de Risco de Geada (apenas para os estados do Paraná-PR, Santa Catarina-SC, Rio Grande do Sul-RS, São Paulo-SP e Mato Grosso do Sul-MS) - probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar temperatura média anual superior ou igual a $18 \text{ }^\circ\text{C}$, probabilidade de ocorrência de geada inferior a 20% e valor de ISNA maior ou igual a 0,50 na fase de floração e enchimento de grãos.

MILHO 1ª E 2ª SAFRA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Milho (1ª e 2ª safras) deverá ser elaborado a partir da temperatura média mensal, do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias e do risco de ocorrência de geada. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					100
Grupo II					120
Grupo III					140

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente, para os estados do Paraná-PR, Santa Catarina-SC, Rio Grande do Sul-RS, Mato Grosso do Sul-MS e Bahia-BA; e de 20 mm, 40 mm e 60 mm, respectivamente, para os estados do Rio de Janeiro-RJ, Minas Gerais-MG, São Paulo-SP, Espírito Santo-ES, Acre-AC, Amazonas-AM, Amapá-AP, Roraima-RR, Rondônia-RO, Tocantins-TO, Pará-PA, Mato Grosso-MT, Goiás-GO, Distrito Federal-DF, Alagoas-AL, Bahia-BA, Ceará-CE, Paraíba-PB, Pernambuco-PE, Maranhão-MA, Piauí-PI, Rio Grande do Norte-RN e Sergipe-SE.

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático deve-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura Média Mensal (Tm)

a) Baixo Risco: $15,5^{\circ}\text{C} \leq T_m \leq 33,0^{\circ}\text{C}$

b) Alto Risco: $T_m < 15,5^{\circ}\text{C}$ e $T_m \geq 33,0^{\circ}\text{C}$.

2) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

a) $ISNA \geq 0,55$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).

b) $0,45 < ISNA < 0,55$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).

c) $ISNA \leq 0,45$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

3) Ocorrência de Risco de Geadas (apenas para os estados do PR, SC, RS, SP e MS) - probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperatura média mensal entre 15,5 °C e 33,0 °C, probabilidade de ocorrência de geada inferior a 20% e valor de ISNA maior ou igual a 0,55 na fase de floração e enchimento de grãos.

MILHO + BRACHIARIA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Milho consorciado com a Braquiária nos Estados Mato Grosso do Sul-MS, Paraná-PR, Santa Catarina-SC e Rio Grande do Sul-RS deverá ser elaborado a partir da ocorrência do risco de geada e do balanço hídrico das culturas para períodos de dez dias. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura do milho e para a fase de germinação e desenvolvimento inicial da braquiária, consideradas as fases mais sensíveis ao déficit hídrico para as duas culturas.

Para a realização do balanço hídrico das culturas, considerar as seguintes informações:

- Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares milho segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					100
Grupo II					120
Grupo III					140

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente, para os Estados Mato Grosso do Sul-MS, Paraná-PR, Santa Catarina-SC e Rio Grande do Sul-RS; e, de 20 mm, 40 mm e 60 mm, respectivamente, para os Estados do Rio de Janeiro-RJ, Minas Gerais-MG, São Paulo-SP, Espírito Santo-ES, Acre-AC, Amazonas-AM, Amapá-AP, Roráima-RR, Rondônia-RO, Tocantins-TO, Pará-PA, Mato Grosso-MT, Goiás-DF e Distrito Federal-DF.

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático deve-se adotar os seguintes critérios:

1) Ocorrência de Risco de Geadas (apenas para o estado do RS, SC, PR e MS) - probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

2) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos da cultura do milho:

Fase I (Brachiária):

- a) $ISNA \geq 0,60$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) $0,50 < ISNA < 0,60$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) $ISNA \leq 0,50$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

Fase III (Milho):

- a) $ISNA > 0,55$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) $0,45 < ISNA < 0,55$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) $ISNA < 0,45$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, probabilidade de ocorrência de geada inferior a 20% e valores de ISNA maior ou igual a 0,55 para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura do milho e maior ou igual a 0,60 para a fase de germinação e desenvolvimento inicial da braquiária.

NECTARINA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da nectarina deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo, da temperatura do ar e da altimetria. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá ser utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado as seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) Precipitação média mensal, b) Temperatura média mensal; e c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos. Considerar 100, 125 e 150 mm (para PR e SC) e 75, 100 e 125 mm (para SP e RS) como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos (R_{Umax}) representativas dos Solos Tipo 1, 2 e 3, respectivamente, definidos por Instrução Normativa específica publicada pela CGZA/MAPA.

Deficiência hídrica mensal (DHM) e Anual (DHA): obtidas a partir das variáveis de saída do balanço hídrico do solo.

Frequência de ocorrência de horas de frio (NHF) e probabilidade de ocorrência de geadas (PGe): deverão ser estimadas a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude. Para a estimativa da frequência de ocorrência de horas de frio, considerar temperaturas inferiores a 7,2°C.

Os índices de deficiência hídrica (DHM e DHA), horas de frio (NHF) e de probabilidade de ocorrência de Geada (PGe) deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco de ocorrência de DHA, deverão ser adotados os seguintes critérios, conforme UF:

1. Deficiência hídrica Anual (DHA). Para os estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo.

- a) $DHA \leq 100$ mm: Baixo risco;
- c) $DHA > 1000$ mm: Alto risco.

2. Deficiência hídrica Anual (DHA). Para o Estado do Rio Grande do Sul.

- a) Baixo risco: $DHM \leq 60\%$ da R_{Umax} ;
- c) Alto risco: $DHM > 60\%$ da R_{Umax} .

3. Frequência de ocorrência de horas de frio (NHF): considerar as recomendações segundo a UF.

- Para PR e RS:

- a) Grupo 1 (baixa exigência NHF): $75 \leq NHF \leq 150$ = Baixo risco -;
- b) Grupo 2 (média exigência NHF): $150 \leq NHF \leq 350$ = Baixo risco;
- c) Grupo 3 (alta exigência NHF): $350 \leq NHF \leq 500$ = Baixo risco
- d) $NHF < 750$: Alto Risco (todos os grupos)

- Para SC:

- a) Baixa exigência: $NHF \geq 150$: Baixo risco;
- b).Alta exigência: $NHF \geq 350$: Baixo risco.

- Para SP:

- a) $50 \leq NHF \leq 150$: Baixo risco;
- b) $NHF < 50$ e/ou $NHF > 150$: Alto risco.

4. Probabilidade de ocorrência de geadas (PGe):

- a) Baixo risco: $PGe \leq 20\%$;
- b) Alto risco: $PGe > 20\%$.

5. Altitude (Alt): considerar para o estado de Santa Catarina.

- a) Grupo 1 (baixa exigência em NHF): $Alt \geq 400$ metros = Baixo risco;
- c) Grupo 3 (alta exigência em NHF): $Alt \geq 1200$ metros = Baixo risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de DHA, DHM, PGe, NHF e ALT deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura da ameixa seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

1. SP, PR e SC

- a) $DHA \leq 100$ && NHF (consultar UF e grupo de exigência) && Alt (consulta UF e grupo de exigência em NHF) && $PGe \leq 20$ == Classe_Baixo risco.
- b) Demais Combinações == Classe_Alto risco.

2. RS

- a) $DHM \leq 60\%$ da R_{Umax} && NHF (consultar UF e grupo de exigência) && $PGe \leq 20$ == Classe_Baixo risco.
- b) Demais Combinações == Classe_Alto risco.

Onde && representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.
Obs.: demais combinações resultarão em Classe_alto risco.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política da UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (alto risco, baixo risco e médio risco).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio para cultivos em implantação deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

PALMA DE ÓLEO (DENDÊ)

MATERIAL E MÉTODOS

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do dendê deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo, da insolação (horas de brilho solar) e da temperatura média (média, máxima e mínima), estimadas para períodos mensais e anuais. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá ser utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado às seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) precipitação média mensal; b) temperatura média mensal; c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água dos solos.

ETP = Evapotranspiração Potencial: estimada como variável de saída do balanço hídrico do solo ou outros modelos específicos.

Deficiência Hídrica Anual (DHA): estimada como variável de saída do balanço hídrico do solo.

Deficiência Hídrica Mensal (DHM): estimada como variável de saída do balanço hídrico do solo deverá ser obtida a frequência de ocorrência de meses consecutivos com índices de DHM superior a 50 mm (DH3).

Excedente Hídrico Anual (EXC): estimado como variável de saída do balanço hídrico do solo.

Índice Efetivo de Umidade (Iu): estimado a partir das variáveis de saída do balanço hídrico do solo, através das fórmulas abaixo.

$$Iu = \frac{100 \times \Sigma EXC \text{ Anual (\%)}}{\Sigma ETP \text{ Anual}}$$

onde

ETP Anual = Evapotranspiração Potencial Anual (mm/ano)

EXC Anual = Excedente Hídrico Anual (mm/ano)

Precipitação média mensal (PPM): estimada a partir das séries diárias das estações meteorológicas e pluviométricas disponíveis.

Temperatura média anual (Tmed): estimada para das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Temperatura máxima média anual (Tmax): estimada a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Temperatura mínima média anual (Tmin): estimada a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Insolação média mensal (Ins): estimada a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis.

Os valores de **DHA, PPM, DH3, Iu, Tmed, Tmax, Tmin e Ins** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Deficiência Hídrica Anual (DHA)

- a) $DHA \leq 100$ mm: Baixo risco
- b) $DHA > 100$ mm: Alto risco

2. Deficiência Hídrica Mensal superior a 50 mm em três meses consecutivos (DH3)

- a): $DH3 < 3$: Baixo risco
- b): $DH3 = 3$: Médio Risco
- c) $DH3 > 3$: Alto risco

3. Precipitação Média Mensal (PMM)

- a) $PMM \geq 100$ mm: Baixo risco:
- b) $PMM < 100$ mm: Alto risco:

4. Índice Efetivo de Umidade (Iu)

- a) $10 \leq Iu \leq 80$: Baixo risco
- b) $0 < Iu < 10$: Médio risco
- c) $-10 \leq Iu \leq 0$: Alto risco
- d) $-40 < Iu < -10$: Inapto

5. Temperatura Média Anual (Tmed)

- a) $25^{\circ}\text{C} \leq Tmed \leq 28^{\circ}\text{C}$: Baixo risco

b) $T_{med} < 25^{\circ}\text{C}$ e/ou $T_{med} > 28^{\circ}\text{C}$: Alto Risco

6. Temperatura máxima média (T_{max})

a) $28^{\circ}\text{C} \leq T_{max} \leq 34^{\circ}\text{C}$: Baixo risco

b) $T_{max} < 28^{\circ}\text{C}$ e/ou $T_{max} > 34^{\circ}\text{C}$: Alto risco

7. Temperatura Mínima Média (T_{min})

a) $21^{\circ}\text{C} \leq T_{min} \leq 23^{\circ}\text{C}$: Baixo risco

b) $T_{min} < 21^{\circ}\text{C}$ e/ou $T_{min} > 23^{\circ}\text{C}$: Alto risco

8. Insolação média mensal (Ins)

a) $Ins \geq 120$ horas: Baixo risco

b) $Ins < 120$ horas: Alto risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de **DHA**, **PPM**, **DH3**, **Iu**, **Tmed**, **Tmax**, **Tmin** e **Ins** deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura do dendê, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

$DHA \leq 100 \ \&\& \ DH3 < 3 \ \&\& \ PMM \geq 100 \ \&\& \ 10 \leq Iu \leq 80 \ \&\& \ 25 \leq T_{med} \leq 28 \ \&\& \ 28 \leq T_{max} \leq 34 \ \&\& \ 21 \leq T_{min} \leq 23 \ \&\& \ Ins \geq 120 ==$ Classe_Baixo risco.

onde

$\&\&$ e $==$ representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

Obs.: demais combinações resultarão em classes de médio e/ou alto risco.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

PALMA FORRAGEIRA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da palma forrageira deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e da temperatura média, estimados para períodos mensais e anuais. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, dos últimos 30 anos.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos, deverá ser aplicado o índice de precipitação média (ou mediana) anual (PPA) estimado para cada estação/posto pluviométrico disponível.

Temperatura mínima média anual (Tmin), média anual (Tmed) e máxima média anual (Tmax): estimadas a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Os valores de **PPA e Tmin, Tmed e Tmax** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Precipitação média Anual (PPA)

- a) $360 \text{ mm} \leq \text{PPA} \leq 800 \text{ mm}$: Baixo risco;
- b) $\text{PPA} < 360 \text{ mm}$ e/ou $800 \text{ mm} < \text{PPA} < 1100 \text{ mm}$: Médio risco;
- c) $\text{PPA} > 1100 \text{ mm}$: Alto risco.

2. Temperatura média anual (Tmed)

- a) $16 \leq \text{Tmed} \leq 27^\circ\text{C}$: Baixo risco
- b) $\text{Tmed} < 16^\circ\text{C}$ e/ou $\text{Tmed} > 27^\circ\text{C}$: Alto risco

3. Temperatura mínima média anual (Tmin)

- a) $8,5^\circ\text{C} \leq \text{Tmin} \leq 22^\circ\text{C}$: Baixo risco;
- b) $\text{Tmin} < 8,5^\circ\text{C}$ e/ou $\text{Tmin} > 22^\circ\text{C}$: Alto risco

4. Temperatura máxima média anual (Tmax)

- a) $28,5^\circ\text{C} \leq \text{Tmax} \leq 33^\circ\text{C}$: Baixo risco;
- b) $\text{Tmax} < 28,5^\circ\text{C}$ e/ou $\text{Tmax} > 33^\circ\text{C}$: Alto risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de **PPA**, **Tmed**, **Tmin** e **Tmax** deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura da goiaba, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

- a) $360 \leq \text{PPA} \leq 800 \ \&\& \ 16 \leq \text{Tmed} \leq 27 \ \&\& \ 8,5 \leq \text{Tmin} \leq 22 \ \&\& \ 28,5 \leq \text{Tmax} \leq 33$
== Classe_Baixo risco;
- b)) $\text{PPA} < 360 \ \text{e/ou} \ 800 < \text{PMA} < 1100 \ \&\& \ 16 \leq \text{Tmed} \leq 27 \ \&\& \ 8,5 \leq \text{Tmin} \leq 22 \ \&\& \ 28,5 \leq \text{Tmax} \leq 33$ == Classe_Médio risco;
- c) Demais combinações == Classe_Alto risco

onde && representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

PUPUNHA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da pupunha deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e da temperatura do ar estimadas para períodos mensais e anuais. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá ser utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado às seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) precipitação média mensal; b) temperatura média mensal; c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água representativa dos Solos Tipo 1, 2 e 3, definidos por Instrução Normativa específica publicada pelo CGZA/MAPA.

Deficiência Hídrica Anual (DHA): estimada como variável de saída do balanço hídrico do solo.

Temperatura média anual (Tmed): estimada a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Os valores de **DHA** e **Tmed** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Deficiência Hídrica Anual (DHA)

- a) $DHA \leq 150$ mm: Baixo risco
- b) $DHA > 150$ mm: Alto risco

2. Temperatura Média Anual (Tmed)

- a) $Tmed \geq 21^\circ\text{C}$: Baixo risco
- b) $Tmed < 21^\circ\text{C}$: Alto Risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de **DHA** e **Tmed** deverão ser

cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura do mamão, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

- a) $DHA \leq 150 \ \&\& \ Tmed \geq 21 \ == \text{Classe_Baixo risco.}$
- b) Demais Combinações == Classe_Alto risco.

Onde && representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

SERINGUEIRA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da seringueira deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e da temperatura do ar estimadas para períodos mensais e anuais. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura e/ou ocorrências de geada, deverá ser utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo

Para a análise da disponibilidade hídrica dos solos deverá ser aplicado um modelo de balanço hídrico do solo, ao qual deverá ser incorporado às seguintes variáveis e considerado os seguintes parâmetros: a) precipitação média mensal; b) temperatura média mensal; c) Capacidade de Água Disponível: considerar 125 mm como sendo a capacidade máxima de armazenamento de água representativa dos Solos Tipo 1, 2 e 3, definidos por Instrução Normativa específica publicada pelo CGZA/MAPA.

Deficiência Hídrica Anual (DHA): estimada como variável de saída do balanço hídrico do solo.

Temperatura média anual (Tmed) e Temperatura média do mês mais frio (Tmês): estimadas a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Os valores de **DHA e Tmed e Tmês** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Deficiência hídrica anual (DHA)

- a) $50 \text{ mm} \leq \text{DHA} \leq 300 \text{ mm}$: Baixo risco
- b) $\text{DHA} < 50 \text{ mm}$ e $\text{DHA} > 300 \text{ mm}$: Alto risco

2. Temperatura média Anual (Tmed)

- a) $\text{Tmed} \geq 19^\circ\text{C}$: Baixo risco
- b) $\text{Tmed} < 19^\circ\text{C}$: Alto Risco

2. Temperatura média do mês mais frio (Tmês)

- a) $\text{Tmês} \geq 15^\circ\text{C}$: Baixo risco

b) **Tmês** < 15°C: Alto Risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de **DHA**, **Tmed** e **Tmês** deverão ser cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura do mamão, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

- a) $50 \leq \mathbf{DHA} \leq 300 \ \&\& \ \mathbf{Tmed} \geq 19 \ \&\& \ \mathbf{Tmês} \geq 15 \implies$ Classe_Baixo risco.
- b) Demais Combinações \implies Classe_Alto risco.

Onde $\&\&$ representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

SISAL

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do sisal deverá ser elaborado a partir da análise temporal e espacial da disponibilidade de água do solo e da temperatura do ar, estimadas para períodos mensais e anuais. Assim, deverão ser obtidos e utilizados dados climáticos diários de estações climatológicas e pluviométricas disponíveis no estado (UF), que apresentem séries com duração entre 15 e 30 anos de registros, preferencialmente, referente aos últimos 30 anos. Para as análises de altimetria e também para subsidiar os estudos de temperatura, deverá se utilizadas grades altimétricas obtidas por meio de satélites orbitais ambientais (SRTM ou ASTER GDEM), com resolução espacial mínima de 1000 metros.

Disponibilidade de água do solo: para a análise da disponibilidade hídrica dos solos, deverá ser aplicado o índice de precipitação média (ou mediana) anual (PPA) estimado para cada estação/posto pluviométrico disponível.

Temperatura média anual (Tmed): estimadas a partir das séries diárias das estações meteorológicas disponíveis e também através de ajustes de funções de regressão linear (ou múltipla) a partir da análise de correlação entre temperatura, latitude, longitude e altitude.

Altitude (Alt): deverá ser obtida das grades altimétricas obtidas dos satélites orbitais ambientais.

Os valores de **PPA e Tmed e Alt** deverão ser georreferenciados e incorporados ao um sistema de informações geográficas (SIG) para, em seguida, serem gerados os mapas de variabilidade espacial das respectivas variáveis, a partir da aplicação de estimadores (interpoladores) espaciais estatísticos e/ou geoestatísticos (krigagem).

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimatológicas, deverão ser adotados os critérios de risco definidos, a seguir:

1. Precipitação média Anual (PPA)

- a) $500 \text{ mm} < \text{PPA} < 1250 \text{ mm}$: Baixo risco;
- c) $\text{PPA} < 500 \text{ mm}$ ou $\text{PPA} > 1250 \text{ mm}$: Alto risco.

2. Temperatura média anual (Tmed)

- a) $20^\circ\text{C} \leq \text{Tmed} \leq 28^\circ\text{C}$: Baixo risco
- b) $\text{Tmed} < 20^\circ\text{C}$ e/ou $\text{Tmed} > 28^\circ\text{C}$: Alto risco

3. Altitude

- a) $200 \text{ m} < \text{Alt} < 1000 \text{ m}$ Baixo Risco
- b) $\text{Alt} < 200 \text{ m}$ e/ou $\text{Alt} > 1000 \text{ m}$: Alto Risco

Com a aplicação de funções/operadores matemáticos de álgebra de mapa, disponíveis nos sistemas de informações geográficas, os mapas de **PPA e Tmed e Alt** deverão ser

cruzados, tendo como resultado o mapa final que representará o zoneamento agrícola de riscos climáticos da cultura da goiaba, seguindo os seguintes critérios de cruzamento e classes resultantes:

a) $500 < \text{PPA} < 1250 \ \&\& \ 20 \leq \mathbf{Tmed} \leq 28 \ \&\& \ 200 < \text{Alt} < 1000 \ == \text{Classe_Baixo}$ risco;

b) Demais combinações == Classe_Alto risco

onde && representam operadores condicionais de linguagem de álgebra de mapa.

O mapa final de risco climático deverá ser cruzado com a base política municipal UF para obtenção da estimativa da área representativa de cada classe de risco (baixo, médio e alto).

Finalmente, deverão ser listados e indicados para plantio somente os municípios que apresentarem pelo menos 20% de sua área classificada como sendo de baixo risco.

Os períodos de plantio de deverão ser indicados levando-se em consideração, preferencialmente, o início da estação chuvosa de cada município. As exceções serão dadas a cultivos com a aplicação de irrigação (suplementar e/ou plena).

SOJA

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da Soja deverá ser elaborado a partir da temperatura média mensal, do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias e do risco de ocorrência de geadas. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

SOJA	
Macrorregião 1	
Grupos	Grupo de Maturação Relativa
Grupo I	GMR < 6.4
Grupo II	$6.4 \leq \text{GMR} \leq 7.4$
Grupo III	GMR > 7.4

SOJA	
Macrorregião 2	
Grupos	Grupo de Maturação Relativa
Grupo I	GMR < 6.8
Grupo II	$6.8 \leq \text{GMR} \leq 7.6$
Grupo III	GMR > 7.6

SOJA	
Macrorregião 3	
Grupos	Grupo de Maturação Relativa
Grupo I	GMR < 7.6
Grupo II	$7.6 \leq \text{GMR} \leq 8.2$
Grupo III	GMR > 8.2

SOJA	
Macrorregião 4	
Grupos	Grupo de Maturação Relativa
Grupo I	GMR < 7.9
Grupo II	$7.9 \leq \text{GMR} \leq 8.5$
Grupo III	GMR > 8.5

SOJA	
Macrorregião 5	
Grupos	Grupo de Maturação Relativa
Grupo I	GMR < 8.7
Grupo II	$8.7 \leq \text{GMR} \leq 9.3$
Grupo III	GMR > 9.3

d) Coeficiente de cultura (Kc): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 50 mm, 70 mm e 90 mm, respectivamente, para os estados do PR, SC e RS e, 35 mm, 55 mm e 75 mm, respectivamente.

Para os estados de RJ, MG, SP, ES.

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático deve-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura Média Mensal (Tm)

a) Baixo Risco: $13 \text{ °C} \leq T_m \leq 40 \text{ °C}$

b) Alto Risco: $T_m < 13 \text{ °C}$ e $T_m \geq 40 \text{ °C}$

2) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

a) $ISNA \geq 0,60$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).

b) $0,50 < ISNA < 0,60$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).

c) $ISNA \leq 0,50$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

3) Ocorrência de Risco de Geadas (apenas para os estados do PR, SC, RS, SP e MS) - probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperatura média mensal entre 13 °C e 40,0 °C, probabilidade de ocorrência de geada inferior a 20% e valor de ISNA maior ou igual a 0,60 na fase de floração e enchimento de grãos.

SORGO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Sorgo deverá ser elaborado a partir da temperatura média mensal, do balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias e do risco de ocorrência de geada. Os períodos favoráveis de semeadura deverão ser definidos com base no índice de satisfação da necessidade de água (ISNA), definido como sendo a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) para a frequência de ocorrência de 80%, calculada para a fase fenológica de floração e enchimento de grãos da cultura, considerada a fase mais sensível ao déficit hídrico.

Para a realização do balanço hídrico da cultura considerar as seguintes informações:

- a) Precipitação pluviométrica: utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nas estações pluviométricas disponíveis no Estado.
- b) Evapotranspiração de referência: estimar a partir do método de Pennam-Monteith nas estações climatológicas disponíveis no Estado.
- c) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					90
Grupo II					120
Grupo III					135

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

d) Coeficiente de cultura (K_c): utilizar valores médios para períodos de dez dias determinados em experimentação no campo para cada Unidade da Federação, e por meio de consulta à literatura específica.

e) Reserva Útil de Água dos Solos: estimar em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Considerar para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de de 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente, para os estados do PR, SC, RS, BA e MS; e de 20 mm, 40 mm e 60 mm, respectivamente, para os estados do RJ, MG, SP, ES, AC, AM, AP, RR, RO, TO, PA, MT, GO, DF, AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN e SE.

f) Grupos de solos:

Solo Tipo 1: Teor de argila maior que 10% e menor ou igual a 15%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou Teor de argila entre 15 e 35% e com menos de 70% areia, que apresentam diferença de textura ao longo dos primeiros 50 cm de solo, e com

profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 2: Teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Solo Tipo 3: teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; ou solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

Para a caracterização do risco climático devem-se adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura Média Mensal (Tm)

- a) Baixo Risco: $16\text{ °C} \leq Tm \leq 38\text{ °C}$
- b) Alto Risco: $Tm < 16\text{ °C}$ e $Tm \geq 38\text{ °C}$

2) Índice de Satisfação da Necessidade de Água – ISNA, na fase de floração e enchimento de grãos:

- a) $ISNA \geq 0,50$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) $0,0 < ISNA < 0,50$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) $ISNA \leq 0,0$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

3) Ocorrência de Risco de Geadas (apenas para os estados do PR, SC, RS, SP e MS) - probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar temperatura média mensal entre 16,0 °C e 38,0 °C, probabilidade de ocorrência de geada inferior a 20% e valor de ISNA maior ou igual a 0,50 na fase de floração e enchimento de grãos.

TRIGO IRRIGADO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Trigo Irrigado deverá ser elaborado a partir da temperatura mínima média mensal e da temperatura média mensal

Para a realização das análises, considerar as seguintes informações:

- a) Temperatura - utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários de temperatura registrados nas estações climatológicas disponíveis nos Estados.
- b) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					100
Grupo II					120
Grupo III					130

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

Para a caracterização do risco climático, adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura Mínima Média Mensal (Tmin)

a) Baixo Risco: $T_{min} \geq 9 \text{ °C}$

b) Alto Risco: $T_{min} < 9 \text{ °C}$

2) Temperatura Média Mensal (Tmed)

a) Baixo Risco: $T_{med} \geq 25 \text{ °C}$

b) Alto Risco: $T_{med} > 25 \text{ °C}$

3) Ocorrência de Risco de Geadas (apenas para os estados do PR, SC, RS, SP e MS) - probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperatura mínima média mensal superior a 9,0 °C, temperatura média mensal superior ou igual a 25 °C e probabilidade de ocorrência de geada inferior a 20%.

CULTURA: TRIGO SEQUEIRO

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Trigo Sequeiro deverá ser elaborado a partir da temperatura mínima média mensal e da temperatura média mensal

Para a realização das análises, considerar as seguintes informações:

- a) Temperatura - utilizar séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários de temperatura registrados nas estações climatológicas disponíveis nos Estados.
- b) Grupo de Cultivares: classificar e ordenar as cultivares segundo a duração média dos ciclos de desenvolvimento em três grandes grupos denominados de: Grupo I, II e III, conforme tabela abaixo:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
Grupo I					125
Grupo II					135
Grupo III					145

Onde:

Fase I = Germinação e emergência;

Fase II = Crescimento e desenvolvimento;

Fase III – Floração e enchimento de Grãos; e,

Fase IV - Maturação Fisiológica e colheita.

Para a caracterização do risco climático, adotar os seguintes critérios:

1) Temperatura Mínima Média Mensal (Tmin)

a) Baixo Risco: $T_{min} \geq 12,5 \text{ }^\circ\text{C}$

b) Alto Risco: $T_{min} < 12,5 \text{ }^\circ\text{C}$

2) Temperatura Média Mensal (Tmed)

a) Baixo Risco: $T_{med} \geq 21 \text{ }^\circ\text{C}$

b) Alto Risco: $T_{med} > 21 \text{ }^\circ\text{C}$

3) Para a caracterização do risco climático, devem ser estabelecidas as seguintes classes de ISNA:

a) $ISNA > 0,55$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).

b) $0,45 < ISNA < 0,55$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).

c) $ISNA < 0,45$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

4) Reserva Útil de Água dos Solos

Para os estados do PR, SC, RS e MS

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente.

Para os estados do RJ, MG, SP, ES, AC, AM, AP, RR, RO, TO, PA, MT, GO e DF

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 20 mm, 40 mm e 60 mm, respectivamente.

5) Ocorrência de Risco de Geadas (**apenas para os estados do PR, SC, RS, SP e MS**)

Com base na análise de séries históricas de temperatura mínima do abrigo e temperatura mínima de relva de todas as redes de estações meteorológicas do Estado, determina-se os riscos de ocorrência de geadas em cada estação. Devem ser calculadas as frequências de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C.

Para que o município seja considerado de baixo risco a probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

Em função das classes de risco acima estabelecidas, considerar o município como de baixo risco climático para a semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar, concomitantemente, temperatura mínima média mensal superior a 12,5 °C, temperatura média mensal superior ou igual a 21 °C e probabilidade de ocorrência de geada inferior a 20%.

CULTURA: UVA

ESTADOS DO SUL E SUDESTE

1) Índice de Satisfação da Necessidade de Água - ISNA

Para a caracterização do risco climático, devem ser estabelecidas as seguintes classes de ISNA:

- a) $ISNA > 0,55$ – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b) $0,55 < ISNA < 0,45$ – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c) $ISNA < 0,45$ – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

2) Reserva Útil de Água dos Solos

Para o estado do PR

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 100 mm, 125 mm e 150 mm, respectivamente.

Para o estado de SC

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reservas úteis de 50 mm, 75 mm e 100 mm, respectivamente.

Para o estado de RS

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reserva útil de 75 mm.

3) Deficiência Hídrica Anual (DHA)

- a) Baixo Risco: $DHA \leq 100$ mm
- b) Alto Risco: $DHA > 100$ mm

4) Ocorrência de Risco de Geada (apenas para os estados do PR, SC, RS, SP)

Com base na análise de séries históricas de temperatura mínima do abrigo e temperatura mínima de relva de todas as redes de estações meteorológicas do Estado, determina-se os riscos de ocorrência de geadas em cada estação. Devem ser calculadas as frequências de ocorrência de temperaturas inferiores a 1°C.

Para que o município seja considerado de baixo risco a probabilidade de ocorrência de geada deve ser inferior a 20% durante todo o ciclo da cultura.

5) Outros Fatores de Risco Climático

Para o Estado do PR

Foram considerados ainda, os seguintes fatores de risco para as uvas rústicas e uvas finas:

a) Uvas Rústicas – uvas americanas

- Probabilidade de ocorrência de geada mensal, no mês de setembro deve ser inferior a 40%;
- Áreas com umidade relativa média anual superior a 80%, precipitação superior a 2.000 mm e temperatura média anual superior a 20°C, são inaptas por apresentarem elevado risco de doenças;

b) Uvas finas para mesa – uvas européias

- Probabilidade de ocorrência de geada mensal, no mês de julho deve ser inferior a 30%;
- Áreas com precipitação média anual superior a 1.800 mm e umidade relativa média anual superior a 75% são inaptas por excesso de doenças.

c) Uvas finas para vinificação – uvas européias

- Probabilidade de ocorrência de geada mensal, no mês de setembro deve ser inferior a 40%;
- Áreas com umidade relativa média anual superior a 80%, precipitação superior a 2.000mm e temperatura média anual superior a 20°C, são inaptas por apresentarem elevado risco de doenças;

Para o Estado de SC

Foram considerados ainda, os seguintes fatores a cultura da videira americana e da videira européia:

a) Videira Americana

- A probabilidade da soma de horas de frio anual (abaixo de 7,2 °C) menores que 100 h, deve ser menor que 0,2 (20 %);
- Probabilidade de ocorrência de geada mensal, no mês de setembro deve ser inferior a 0,6. Considerando-se esta probabilidade, o plantio fica limitado a altitudes inferiores 900 m. Nos municípios recomendados, o plantio em locais com altitude superiores a 900 devem ficar restritos à áreas mais protegidas da geada.
- Precipitações acima de 120 mm, nos decêndios 1 a 7 e 34 a 36 os quais correspondem ao período de maturação do fruto, devem ocorrer com probabilidade menor que 0,2 (20%);
- Pelo menos 20% da área do município deve ser apta ao cultivo.

Com base nos critérios acima os municípios com condições favoráveis foram classificados em duas categorias:

Preferencial I – Áreas onde as condições são adequadas ao cultivo da videira americana.
Preferencial II – Áreas recomendadas com restrição de altitude. Nestes municípios, o plantio em locais com altitude superiores a 900 metros devem ficar restritos à áreas mais protegidas da geada.

b) Videira Européia

- A probabilidade da soma de horas de frio anual (abaixo de 7,2 °C) menores que 600 h, deve ser inferior a 0,2 (20%). Regiões com disponibilidade superiores a 300 horas de frio podem ser recomendadas; podendo ocorrer desuniformidade na brotação em alguns anos, sendo recomendado o uso da indução artificial da brotação;

- Probabilidade de ocorrência de geada mensal, no mês de setembro deve ser inferior a 0,7. Considerando-se esta probabilidade, o plantio fica limitado a altitudes inferiores a 1200 m. Nos municípios recomendados, o plantio em locais com altitude superiores a 1200 devem ficar restritos à áreas mais protegidas da geada;
- Precipitações acima de 120 mm, nos decêndios 5 a 8 os quais correspondem ao período de maturação do fruto, devem ocorrer com probabilidade menor que 0,2 (20%);
- Pelo menos 20% da área do município deve ser apta ao cultivo.

Com base nos critérios acima os municípios com condições favoráveis foram classificados em duas categorias:

Preferencial I – Áreas onde o número de horas de frio invernal é igual ou superior a 600 horas, sendo estas áreas que propiciam as condições adequadas ao cultivo das viníferas.

Preferencial II – Áreas onde o número de horas de frio invernal é inferior à 600 horas mas superior à 300 horas, o que pode acarretar numa brotação desigual e pouco intensa em alguns anos, sendo assim, se necessário, pode-se fazer o uso da indução artificial da brotação. Nestes municípios, o plantio é recomendado em locais com altitudes superiores à 600 m.

PARA OS ESTADOS DO NORTE E NORDESTE

1) Reserva Útil de Água dos Solos

Estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos respectivos grupos de solos. Estima-se para os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), as reserva útil de 125 mm.

2) Índice Hídrico Anual (Ih)

a) Baixo Risco: $Ih > -20$ e $Ih \leq 60$

b) Alto Risco: $Ih < -20$ e $Ih > 60$

3) Temperatura Média Mensal (TMM) e a Temperatura Média Anual (TMA)

a) Baixo Risco: $20^{\circ}\text{C} \leq \text{TMM} \leq 30^{\circ}\text{C}$

b) Alto Risco: $\text{TMM} < 20^{\circ}\text{C}$ e $\text{TMM} > 30^{\circ}\text{C}$

c) Baixo Risco: $17^{\circ}\text{C} \leq \text{TMA} \leq 22^{\circ}\text{C}$

d) Alto Risco: $\text{TMA} < 17^{\circ}\text{C}$ e $\text{TMA} > 22^{\circ}\text{C}$