

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**MAPAS DE ZONAS DE RISCO DE EPIDEMIAS PARA
DOENÇAS DOS CITROS NO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Autora: Mariana Viléla Lopes

Engenheira Agrônoma

Jaboticabal

2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**MAPAS DE ZONAS DE RISCO DE EPIDEMIAS PARA
DOENÇAS DOS CITROS NO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Mariana Viléla Lopes

Orientador: Prof. Dr. Modesto Barreto

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal – UNESP, como parte da exigência para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal

Jaboticabal

2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIANA VILELA LOPES – nasceu em Sertãozinho, SP aos 12 de dezembro de 1980. cursou o ensino fundamental na Escola Estadual Prof. Dr. Bruno Pieroni, onde também iniciou o ensino médio, concluindo no Curso e Colégio de Sertãozinho no ano de 1998. No ano 2000 ingressou no Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, SP. No primeiro semestre letivo de 2000, iniciou suas atividades acadêmicas curriculares e extracurriculares, desenvolvendo estágio voluntário no Departamento de Fitossanidade. Foi bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq entre os anos de 2002 e 2003 na área de Ecotoxicologia dos Agrotóxicos e Saúde Ocupacional. Desenvolveu estágio curricular na empresa Oxiquímica Agrociência Ltda., onde hoje exerce a função de Analista de Registro II. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo em 2005. No mesmo ano ingressou no mestrado do programa de Pós Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, SP.

*“...Plante seu jardim e decore sua alma,
ao invés de esperar que alguém lhe traga flores...
E você aprende que realmente pode suportar...
que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de
pensar que não se pode mais.
E que realmente a vida tem valor
e que você tem valor diante da vida!...”*

William Shakespeare

*As duas pessoas mais iluminadas que conheci,
Minha avó Maria Aparecida (in memorian) e minha eterna amiga Fernanda Maria
Rossi (in memorian).*

Dedico

*À minha família, minha mãe Maria, meu pai Luiz Carlos e meus irmãos Letícia e Lucas.
Pela presença incondicional e apoio involuntário que muitas vezes permitiram entender
o quanto é valioso o amor.
Ao meu noivo Sérgio Willian, pela presença, conforto e força nos momentos em que mais
precisei.*

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, pelo amparo durante toda a minha caminhada.

Ao Prof. Dr. Modesto Barreto pelo qual orgulho em tê-lo como mestre e amigo, que vem sendo mais que um orientador, um mentor. Que Deus lhe devolva em dobro toda a dedicação a mim dispensada.

Ao Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira e Profa. Dra. Rita de Cássia Panizzi, pelas sugestões.

À Banca examinadora da dissertação pela participação e valiosas sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

Ao FUNDECITRUS pelo aporte financeiro que viabilizou boa parte dos materiais utilizados neste trabalho.

À Oxiquímica Agrociência Ltda. que me permitiu a realização deste sonho, sem medir esforços.

Ao Engenheiro Agrônomo Adalto Hissayoshi Sakomura pelos ensinamentos e oportunidades.

Às colegas de trabalho: Juliana Elisa Cestari, Ângela Maria Sanchez, Janaína Florêncio e Jéssica Galvão, pela amizade incondicional.

Às minhas eternas amigas: Helena, Daniela, Fernanda, Mariluce, Telma, Tereza e Grazielle.

À FCAV/UNESP por oferecer toda esta maravilhosa estrutura de ensino.

A todos os amigos e funcionários do Departamento de Fitossanidade.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Cancro cítrico.....	3
2.2 Podridão Floral dos citros.....	4
2.3 Pinta preta.....	5
2.4 Condições climáticas e doenças de plantas.....	7
2.5 Sistema de previsão de doenças.....	8
2.6 Zoneamento agroclimático.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Região de estudo e obtenção dos dados.....	10
3.2 Cancro cítrico.....	13
3.3 Podridão Floral dos citros.....	14
3.4 Pinta preta.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Cancro cítrico.....	17
4.2 Podridão Floral dos citros.....	27
4.3 Pinta preta.....	31
5. CONCLUSÃO	38
6. REFERÊNCIAS	39

MAPAS DE ZONAS DE RISCO DE EPIDEMIAS PARA DOENÇAS DOS CITROS NO ESTADO DE SÃO PAULO.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar as condições climáticas do Estado de São Paulo e desenvolver mapas de zonas de risco de epidemias de cancro cítrico, podridão floral e pinta preta do citros. Foram utilizados dados meteorológicos referentes aos anos de 2002, 2003, 2004 e 2005, os quais foram utilizados os modelos de previsão. Para o cancro cítrico desenvolvido por Campbell e Madden (1990) e Hau e Kranz (1990); podridão floral dos citros desenvolvido por Timmer e Zitko (1993) e Timmer e Brown (2000); pinta preta desenvolvido por Hau e Kranz (1990) e Bergamin Filho (1995). Após a contabilização dos índices, foram calculadas as porcentagens de dias favoráveis à ocorrência das doenças durante o ano e em períodos pré-definidos. A partir destas informações, foram gerados os mapas temáticos do Estado de São Paulo, com a distribuição espacial da porcentagem de dias favoráveis à ocorrência das doenças. A região Noroeste do Estado foi a que apresentou a maior porcentagem de dias favoráveis à ocorrência de cancro cítrico. As regiões Sul e Leste foram as que apresentaram maior favorabilidade de ocorrência da podridão floral dos citros. Para a pinta preta a região Sul com pontos no centro do Estado foi a que apresentou maior porcentagem de dias favoráveis a ocorrência da doença.

Palavras Chave: *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, *Colletotrichum acutatu*, *Guignardia citricarpa*, Zoneamento agroclimático.

**MAPS OF ZONES OF RISK OF EPIDEMICS FOR DISEASES OF THE CITRUS
IN THE STATE OF SÃO PAULO.**

ABSTRACT

The objective of the present work was to analyze the climatic conditions of the State of São Paulo and to develop maps of zones of risk of epidemics of citrus canker, postbloom fruit drop of citrus and citrus black spot. They had been used given meteorological referring to the years of 2002, 2003, 2004 and 2005, which had been used the forecast models. For the citrus canker developed by Campbell and Madden (1990) and Hau and Kranz (1990); postbloom fruit drop of citrus developed by Timmer and Zitko (1993) and Timmer and Brown (2000); it citrus black spot developed for Hau and Kranz (1990) and Bergamin Filho (1995). The frequency of the data was hourly and when some station presented imperfection in the series of data, these had been surpassed of the station next. After the accounting of the indices, had been calculated the percentages of days favorable to the occurrence of the diseases in the year and in the periods. From these information, the thematic maps of the State of São Paulo had been generated, with the space distribution of the percentage of days favorable to the occurrence of the diseases. The region the Northwest of the State was the one that presented the biggest percentage of days favorable to the occurrence of citrus canker. The regions South and East had been the ones that had presented greater favorable of occurrence of the postbloom fruit drop of citrus. For the citrus black spot the South region with points in the center of the State was the one that presented greater percentage of favorable days the occurrence of the diseases.

Keywords: *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, *Colletotrichum acutatu*, *Guignardia citricarpa*, Agroclimatic risk indexes.

1. INTRODUÇÃO

O momento da aplicação dos defensivos, além da eficiência dos produtos e suas misturas é um dos fatores que pode interferir na quantidade e qualidade da produção de culturas. A época ideal de aplicação depende, entre outros fatores, da suscetibilidade da planta nos seus diversos estádios de desenvolvimento e das condições climáticas favoráveis à ocorrência das doenças (FRY, 1982). Recomenda-se proteger a cultura no estágio em que ela encontra-se mais suscetível, desde que as condições climáticas estejam favoráveis à ocorrência de infecção pelos patógenos.

A influência do clima nas doenças se faz principalmente sob a influência de períodos de molhamento foliar favoráveis à ocorrência de epidemias e da temperatura durante este período (BERGER, 1989; BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996). Uma rede de estações meteorológicas pode servir de base para elaborar mapas de zonas de risco de epidemias para definir um zoneamento agroclimático (CARAMORI et al. 1994; PUGSLEY et al. 2001). No caso de doenças de plantas, os mapas de zonas de risco acoplados aos modelos de simulação, podem ser úteis para indicar áreas geográficas ou até mesmo, épocas do ano mais favoráveis à ocorrência de epidemias.

Sistemas podem ser utilizados para verificar se as condições meteorológicas estão favoráveis à ocorrência de infecção pelos patógenos. Normalmente são baseados na combinação da ocorrência de condições biológicas e meteorológicas que afetam o desenvolvimento da doença em plantas (KRAUSE et al., 1975; FRY, 1982; JOHNSON, 1987; FERNANDES, 1996;). Estes sistemas podem ser usados para prever o tempo provável de início ou de aumento rápido da doença, ou então para identificar períodos em

que os patógenos estão relativamente inativos (CAMPBELL e MADDEN, 1990; TRAVIS e LATIN, 1991).

No caso específico da citricultura os mapas de zonas de risco podem ser muito úteis em casos de expansão de área, assim como nas migrações como é a tendência atual em função da necessidade de substituição de porta-enxerto para controle da Morte Súbita dos Citros (MSC). Normalmente os novos porta-enxertos necessitam de irrigação ou plantio em regiões com maior pluviosidade. Assim, seria de grande utilidade os mapas de zonas de risco, mesmo fora da região tradicionalmente citrícola.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi analisar as condições climáticas do Estado de São Paulo e desenvolver mapas de zonas de risco de epidemias de cancro cítrico, podridão floral e pinta preta do citros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cancro cítrico

O cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* Starr & Graces pv. *citri* emend. Vauterin, et al. (Hasse) Dye, é uma doença conhecida mundialmente e desde a sua introdução constituiu séria ameaça para a citricultura brasileira. A doença tem sua origem no sudeste Asiático e o primeiro relato nas Américas foi em 1910 nos Estados Unidos onde, foi introduzida através de mudas trazidas do Japão. No Brasil, foi constatada pela primeira vez na região de Presidente Prudente, SP, em 1957 e, embora tenham sido tomadas medidas para a erradicação da doença, a mesma se disseminou para várias regiões citrícolas brasileiras atingindo os Estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (ROSSETTI et al. 2001; SCHUBERT et al., 2001)

Segundo MASSARI (2001), a ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo tem três marcos distintos: o primeiro, ocorrido de 1957, foi a introdução da doença, e até 1961 foram eliminadas 1,2 milhões de árvores. O segundo, ocorrido em 1979, a doença foi encontrada em pomares localizados na grande região produtora do Estado. O terceiro marco foi em 1996 com a ocorrência da doença em viveiros da região de Limeira e pelo surgimento da larva minadora dos citros (*Phyllocnistis citrella*) que facilitou o rápido aumento da doença.

O padrão de distribuição do cancro cítrico que era fortemente agregado de 1957 a 1995, mudou para padrões de agregação intermediária com a presença de novos focos longe do foco inicial. Esta mudança no padrão espacial é provavelmente devida à presença da

larva minadora dos citros (AMORIM e BERGAMIN-FILHO, 2001).

As condições para a sobrevivência da bactéria são alta umidade e temperatura entre 20 a 39°C. A bactéria não é capaz de sobreviver por longos períodos no solo, restos de cultura ou ervas invasoras e na ausência de plantas cítricas a população diminui rapidamente no solo (FEICHTENBERGER, et al., 2005; ROSSETTI, 2001)

DALLA PRIA et al. 2006, desenvolveu um modelo de previsão para o cancro cítrico, baseado na temperatura, duração do molhamento foliar entre outras variáveis, para várias variedades de citros.

2.2 Podridão floral dos citros

A podridão floral (*Colletotrichum acutatum* Simmonds), também conhecida como queda prematura de frutos jovens é uma doença que tem limitado a produção citrícola em várias regiões produtoras. A ocorrência da doença está restrita às áreas de produção de citros das Américas, causando prejuízos significativos especialmente quando as chuvas coincidem com o período de florada (PERES, 2002).

No Brasil a podridão floral foi descrita primeiramente no Rio Grande do Sul por PORTO et al. (1979), no Estado de São Paulo a doença foi observada pela primeira vez por ROSSETI et al. (1981). Na região de Itapetininga-SP, o patógeno provocou perdas significativas na safra 96/97, resultando em redução de até 80% da produção.

Os conídios de *C. acutatum* são produzidos em abundância nos acérvulos na superfície das pétalas infectadas e são dispersos pelos respingos de chuva para outras flores durante o período de floração. Quanto mais distribuídas às chuvas durante a floração, maior

será a incidência da doença. O orvalho e a neblina também favorecem as infecções localizadas de flores, a partir de folhas ou outras flores infectadas (AGOSTINI et al., 1993). No entanto, segundo PERES (2002) a temperatura não é tão importante quanto as precipitações para o desenvolvimento da doença. A faixa ótima de temperatura para o crescimento do fungo 'in vitro' está entre 23 e 27°C, porém o patógeno desenvolve-se bem mesmo em temperaturas abaixo de 15°C.

O controle da doença é feito pela pulverização de fungicidas durante a florada. PERES (2002) desenvolveu um sistema de previsão para o monitoramento da podridão floral (PFD – FAD) que analisa além dos fatores climáticos como chuva acumulada e número médio de horas de molhamento foliar, também outros fatores que influenciam a ocorrência da doença como: histórico do pomar, suscetibilidade da variedade, o estágio de desenvolvimento da florada e o nível de inóculo. Segundo a autora o sistema mostrou-se promissor para realizar a previsão da doença.

2.3 Pinta preta

A pinta preta dos citros causada pelo fungo *Guignardia citricarpam* Kiely [*Phyllosticta citricarpa* (McAlp.) van der Aa.] foi descrita pela primeira vez, em 1895, na Austrália, causando perdas significativas em frutos de laranja 'Valência' (KIELY, 1948). No Brasil foi descrita em 1980 por ROBBS et al. (1980), afetando pomares comerciais no Estado do Rio de Janeiro. No Estado de São Paulo a doença foi relatada em 1992, em limoeiros verdadeiros e laranja doce de maturação tardia, nos municípios de Conchal e Engenheiro Coelho (GOES e FEICHTENBERGER, 1993).

A pinta preta é de importância econômica por afetar a produção, os aspectos dos frutos e a comercialização de frutas frescas. Esta doença, quarentenária em alguns países, restringe a comercialização de material de propagação, mudas e frutos. Estes fatores causam perdas de divisas para o Brasil, em razão das restrições fitossanitárias impostas principalmente por EUA e a Comunidade Européia (AGUILAR-VILDOSO et al. 2002).

A doença apresenta os ciclos primário e secundário bem distintos. O primeiro representa a fase sexual de *G. citricarpa*, cujas estruturas infectivas são os ascósporos, responsáveis pela introdução do patógeno na área e início das epidemias a cada ciclo da cultura. O ciclo secundário é caracterizado pela fase assexual do fungo (*Phyllosticta citricarpa*), onde os conídios são responsáveis pelo incremento da doença na planta e ao seu redor (KIELY, 1948; AGUILAR-VILDOSO et al. 2002).

Os ascósporos se constituem na principal fonte de inóculo. Eles se desenvolvem em folhas em decomposição, de 40 a 180 dias depois da queda das mesmas ao solo. A produção desses esporos é favorecida pelas alternâncias entre os períodos de molhamento e seca das folhas, condição essa bastante freqüente durante a estação chuvosa do ano. Os ascósporos podem ser carregados pelo vento, disseminando o fungo a longas distâncias. Eles também podem ser levados por respingos de água das folhas caídas ao solo até a superfície de órgãos da parte baixa da copa das plantas (FEICHTENBERGER, et al., 1997).

Os ascósporos e conídios germinam na superfície de órgãos suscetíveis e produzem tubo germinativo e apressório do qual se origina um delgado “peg” de penetração que penetra a cutícula, dando origem a uma pequena massa de micélio entre a cutícula e a epiderme do órgão afetado. Fatores como radiação solar intensa e altas temperaturas são fundamentais na manifestação dos sintomas da pinta preta (KOTZÉ, 1996).

Segundo Noronha (2002), os conídios germinam e formam apressório numa faixa de temperatura que varia de 10 a 40°C, com uma amplitude de temperaturas favoráveis entre 15 a 35°C.

2.4 Condições climáticas e doenças de plantas

De acordo com AYOADE (1986) a natureza periódica ou sazonal das perdas de muitas lavouras sugerem que as condições climáticas desempenham importante papel em relação à incidência de pragas e doenças, pois as epidemias são muitas vezes dependentes do clima, tanto em termos de condições climáticas locais favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento, como em termos de ventos predominantes que ajudam a transportar os patógenos e esporos para outras áreas. Também alguns causadores de doenças são transmitidos por insetos, de modo que as condições climáticas favoráveis à propagação desses vetores são as que facilitam a transmissão de tais doenças.

Os elementos meteorológicos que mais influenciam a ocorrência e desenvolvimento das doenças são a temperatura e a umidade do ar (SENTELHAS et al., 2001), porém, considerando-se todo o ciclo das doenças outros elementos do clima também têm papel fundamental no processo infeccioso, como a luminosidade, o vento, a radiação solar e a chuva, que atuam nos processos de germinação dos esporos, penetração e disseminação, isso sem considerar outros fatores relacionados ao solo, quando a doença ocorre nas raízes.

O conhecimento da influência do clima no ciclo biológico e na atividade do patógeno permite que este seja expresso em forma de relações quantitativas, sendo que, em alguns casos é possível produzir regras ou modelos matemáticos que refletem a biologia do

patógeno em função dos elementos do clima (WMO, 1988). Os modelos mais antigos foram derivados da comparação direta entre os dados epidemiológicos e os dados meteorológicos, sendo considerados “regras” de decisão, os quais eram limitados pela inexistência de longas séries de dados e de conhecimento do impacto da doença no desenvolvimento das culturas, existindo a tendência de se usar resultados apenas de trabalhos de laboratório (BOURKE, 1970).

2.5 Sistemas de previsão de doenças

Modelos de previsão de epidemias têm sido utilizados com o objetivo de otimizar o controle de doenças de plantas.

O importante de um sistema de previsão do progresso da doença em relação às condições meteorológicas, é que sejam razoavelmente exatos e de fácil implementação. Um modelo que oferece 95% de exatidão sob condições de laboratório, nem sempre pode ser usado em condições de campo, devido à complexidade dos dados requeridos (KRAUSE et al., 1975). O principal objetivo na elaboração de modelos de previsão das doenças é atingir a máxima simplicidade, para uma fácil e uniforme aplicação, sem sacrificar os aspectos essenciais da inter-relação clima-doença (BOURKE, 1970).

Portanto, conhecendo-se as condições do tempo favoráveis para o desenvolvimento da doença é possível se determinar o momento oportuno para a pulverização da cultura, alcançando um controle eficiente, com mínimo custo, além de reduzir a contaminação ambiental e retardar o desenvolvimento de resistência no patógeno alvo (BOURKE, 1970; GILLESPIE, 1994).

2.6 Zoneamento agroclimático

Em 1972, o fitopatologista Weltzien introduziu o termo geofitopatologia para descrever a técnica de apresentação da distribuição espacial das doenças de plantas numa determinada área. Tal técnica mostra como as doenças se distribuem num espaço geográfico através de mapas, estabelecendo relações com fatores climáticos, de vegetação e do solo que favoreçam sua ocorrência, de modo a permitir a compreensão da causa desses padrões de distribuição. Esses mapas ilustram a expansão das doenças das plantas numa escala regional ou até mesmo em escala continental, os quais podem ser classificados em: mapas de localização, mapas de intensidade, mapas de áreas de ocorrência, mapas de datas de ocorrência e mapas de distribuição das áreas de risco de ocorrência ou das áreas de escape (WELTZIEN, 1972).

Se as distribuições geográficas de um patógeno e seu hospedeiro são conhecidas e há disponibilidade suficiente de informações sobre seus requerimentos ecológicos, é possível se prever a ocorrência da doença, sendo esta uma das principais aplicações da geofitopatologia (WELTZIEN, 1972).

Com o surgimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e outras ferramentas como a Geoestatística e os Sistemas de Geoposicionamento (GPS), os estudos nessa área têm se incrementado e fortalecido, especialmente pela combinação das diferentes técnicas com SIG, sensores remotos, dados ou ferramentas agrometeorológicas e modelos de previsão da ocorrência de doenças das culturas (PRADO, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Região de estudo e obtenção dos dados

A área estudada foi de 248.808,8 Km², onde está situado o Estado de São Paulo. Desta área foram analisados os dados de 27 estações meteorológicas, fornecidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), distribuídas como apresentado na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1 - Localização das Estações Meteorológicas utilizadas no trabalho.

Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1.Adamantina	21°41' Sul	51°50' Oeste	443
2.Atibaia	23°07' Sul	46°34' Oeste	805
3.Auriflama	20°41' Sul	50°34' Oeste	420
4.Bragança Paulista	22°58' Sul	46°33' Oeste	804
5.Campinas	22°54' Sul	47°05' Oeste	669
6.Cananéia	25°01' Sul	47°56' Oeste	10
7.Jacupiranga	24°41' Sul	48°00' Oeste	200
8.Jales	20°16' Sul	50°34' Oeste	484
9.Jaú	22°17' Sul	48°34' Oeste	580
10.Jundiaí	23°12' Sul	46°53' Oeste	715
11.Limeira	22°32' Sul	47°27' Oeste	639
12.Manduri	23°00' Sul	49°19' Oeste	700
13. Miracatu	24°17' Sul	47°28' Oeste	25
14. Mococa	21°28' Sul	47°01' Oeste	665
15.Monte Aprazível	20°46' Sul	48°39' Oeste	480
16.Nova Odessa	22°47' Sul	47°27' Oeste	541
17.Pindamonhangaba	22°55' Sul	45°27' Oeste	560
18.Pindorama	21°13' Sul	48°53' Oeste	562
19.Ribeirão Preto	21°11' Sul	47°48' Oeste	621
20.Santa Fé	20°13' Sul	50°57' Oeste	357
21.São Roque	23°32' Sul	47°08' Oeste	850
22.Sumaré	22°50' Sul	47°16' Oeste	547
23.Tatuí	23°22' Sul	47°52' Oeste	600
24.Tietê	23°07' Sul	47°43' Oeste	538
25.Ubatuba	23°27' Sul	45°04' Oeste	8
26.Vargem	22°54' Sul	46°25' Oeste	835
27.Votuporanga	20°25' Sul	49°59' Oeste	505

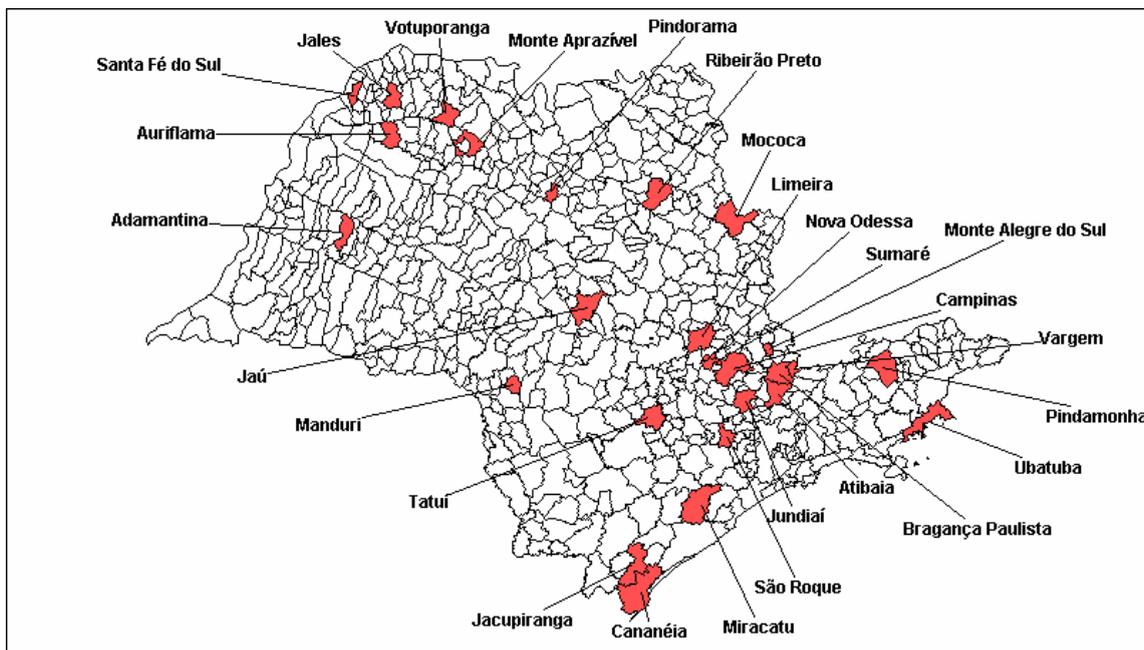


Figura 1 – Municípios do Estado de São Paulo com estações utilizadas no trabalho.

Os dados meteorológicos referentes aos anos de 2002, 2003, 2004 e 2005 foram utilizados nos modelos de previsão para o Cancro cítrico, Pinta preta e Podridão floral dos citros.

A frequência dos dados foi horária e quando alguma estação apresentava falha na série de dados, os mesmos foram extrapolados através da utilização de método empírico, da distância Euclidiana, sendo substituídos pelos dados da estação mais próxima, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Relação de estações, falhas ocorridas e forma de correção dos dados adotada.

Ano	Município	Falha	Correção
2002	Adamantina	Abril termina no dia 15	Sem correção
	Cananéia	Temperatura negativa	Cópia de Campinas
	Atibaia	UR 100% o ano todo	Cópia de Campinas
2003	Miracatu	Sem precipitação	Cópia de Jacupiranga
	Votuporanga	Temperatura negativa	Cópia de Santa Fé
2004	Auriflama	Julho sem temperatura	Cópia de Adamantina
	Manduri	UR 100% o ano todo	Cópia de Tatuí
	Pindorama	UR 100% a partir do mês 07	Sem correção
	São Roque	Maior sem temperatura	Cópia de Jundiá
2005	Auriflama	UR 100% no mês 12	Sem correção
	Sumaré	Sem precipitação	Cópia de Campinas

Os dados cartográficos para a geração dos mapas foram obtidos junto ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A malha utilizada para a geração dos mapas foi a do Estado de São Paulo com todos os seus municípios (Figura 1).

Para a geração dos valores de favorabilidade foram utilizados os modelos matemáticos disponíveis para cada doença, sendo estes dados contabilizados para todos os municípios através de programações desenvolvidas no Visual Basic®.

Após a obtenção dos índices, foram calculadas as porcentagens de dias favoráveis à ocorrência da doença no período de um ano. A partir destas informações, foram gerados os mapas temáticos do Estado de São Paulo, com a distribuição espacial da porcentagem de dias favoráveis à ocorrência de doença.

Para a geração dos mapas foi utilizado o programa MapInfo® Professional versão 7.0.

3.2 Cancro cítrico

Para o cálculo dos índices de favorabilidade foi utilizado o modelo de CAMPBELL E MADDEN (1990) e HAU E KRANZ (1990), com a seguinte equação:

$$Y = b_1 \{ (T - b_2)^{b_3} (b_4 - T)^{b_5} b_6 [1 - b_7 \exp(-b_8 M)] \}, \text{ onde}$$

Y=Severidade da doença (considerado como Índice de Favorabilidade);

T=Temperatura;

M=Molhamento foliar;

$b_1=0,02$; $b_2=11,9$; $b_3=0,99$; $b_4=40,0$; $b_5=0,31$; $b_6=1,10$; $b_7=0,18$; $b_8=0,07$ determinados de acordo com Dalla Pria et al., 2006 para laranja da variedade Pêra.

O resultado dos índices de favorabilidade para os anos de 2002 a 2005 variaram entre 0 e 0,6. Então foram estimadas cinco condições, onde foram considerados dias favoráveis os que obtinham índices maiores ou iguais a 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 sendo estes mapas gerados separadamente para cada condição de favorabilidade.

Depois de verificado qual índice estava expressando a situação mais próxima à real, foram calculados os índices e gerados mapas anuais para o cancro cítrico levando em

consideração o período de setembro a abril, onde há condições mais favoráveis à incidência da doença.

Foram obtidos quatro mapas anuais e três para o período de 2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005, além de um mapa para a média dos anuais e das safras.

3.3 Podridão floral dos citros

Para o cálculo dos índices de favorabilidade foi utilizado o modelo de TIMMER E ZITKO (1993) e, posteriormente, modificado pelos mesmos autores para a inclusão da variável molhamento foliar (TIMMER E BROWN, 2000), conforme a equação:

$$Y = -13,63 + 0,48 \sqrt{R} * 100 + 1,77 \sqrt{LW} * 5, \text{ onde:}$$

Y=Previsão da porcentagem de flores infectadas, se $y < 0$, então $y = 0$ (considerado como Índice de Favorabilidade);

R=chuva acumulada nos últimos 5 dias (mm)

LW=(número médio de horas de molhamento foliar nos últimos 5 dias) - 10

A porcentagem de dias favoráveis a ocorrência da Podridão floral foi calculada sendo considerado favorável o dia com índice maior que zero. Foram gerados mapas anuais de favorabilidade, e considerando o período de agosto a novembro, quando a fenologia da planta permite a incidência da doença devido à florada.

Foram obtidos quatro mapas anuais e quatro mapas para o período pré estabelecido, além de um mapa para a média anual e por período.

3.4 Pinta preta

Para o cálculo dos índices de favorabilidade foi utilizado o modelo de HAU E KRANZ (1990) para a determinação do efeito da temperatura e, para o efeito do molhamento foliar foi utilizado o modelo monomolecular (BERGAMIM FILHO 1995), sendo utilizados os parâmetros B1 a B8 utilizados de acordo com NORONHA et al. 2002.

$$Y = \{ B_1 * [(X - B_2)^{B_4}] * [(B_3 - X)^{B_5}] * \{ B_6 * [1 - B_7 \exp(-B_8 M)] \} \}, \text{ onde:}$$

Y=Severidade da doença (considerado como Índice de Favorabilidade);

X=Temperatura;

M=Molhamento foliar

B₂ e B₃ = temperatura máxima e mínima respectivamente

B₁, B₄ e B₅ = não possuem significado biológico

B₆ = estimativa da assíntota máxima

B₇ = é um parâmetro do modelo

B₈ = é a taxa de progresso da formação de apressórios

Considerando-se favoráveis, valores maiores que zero. Foram gerados mapas anuais de favorabilidade, e também levando em consideração o período de setembro a abril, quando ocorrem condições favoráveis à infecção do patógeno.

Foram obtidos quatro mapas anuais e três mapas para as safras, 2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005, além de um mapa para a média anual e um por safra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cancro cítrico

Dentre os índices testados foi verificado que quando considerava-se favorável os índices maiores que 0,3 ocorria uma situação mais próxima a real, conforme apresentado na figuras 2, 3, 4 e 5 onde são apresentadas as médias entre os quatro anos para cada uma das condições estudadas.

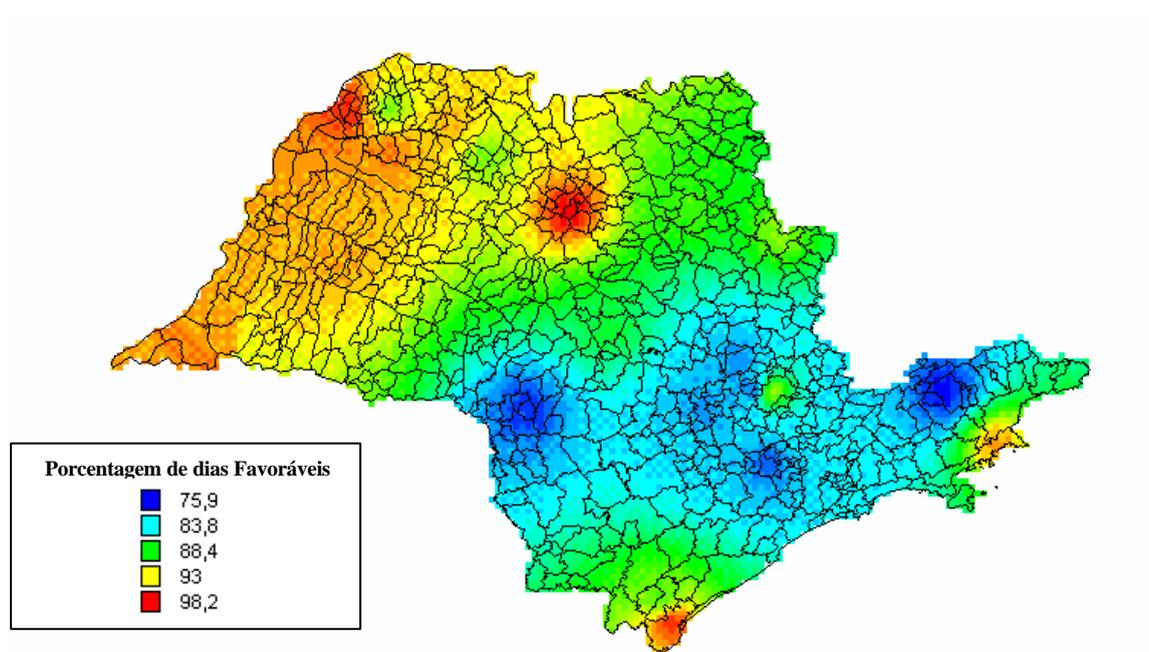


Figura 2 – Média da porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante os anos de 2002 a 2005 – Índices maiores que 0,1.

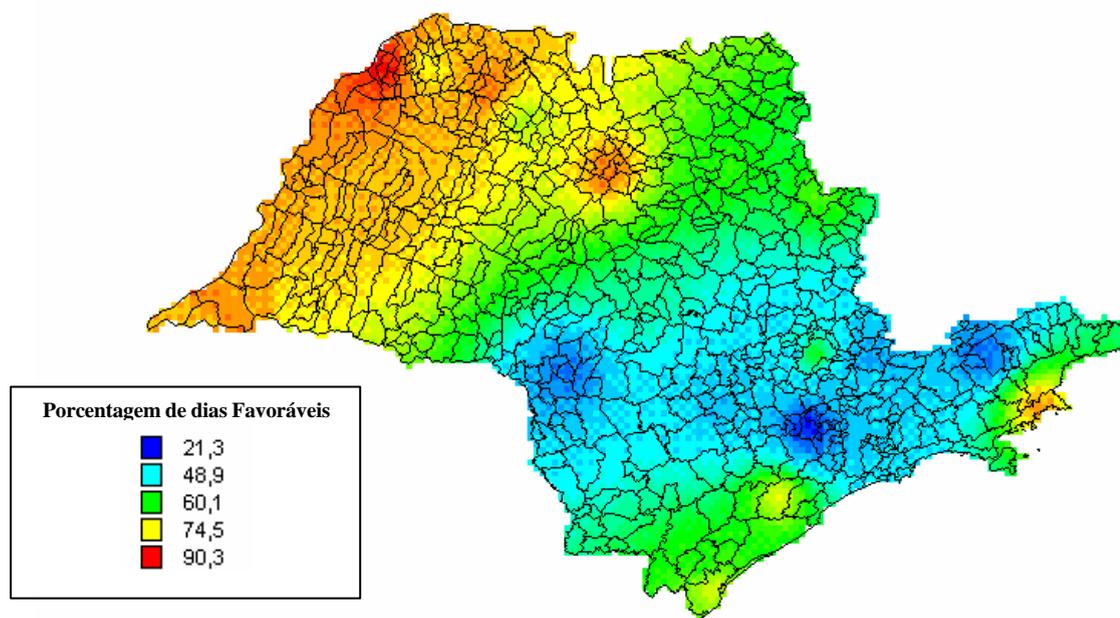


Figura 3 – Média da porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante os anos de 2002 a 2005 – Índices maiores que 0,2.

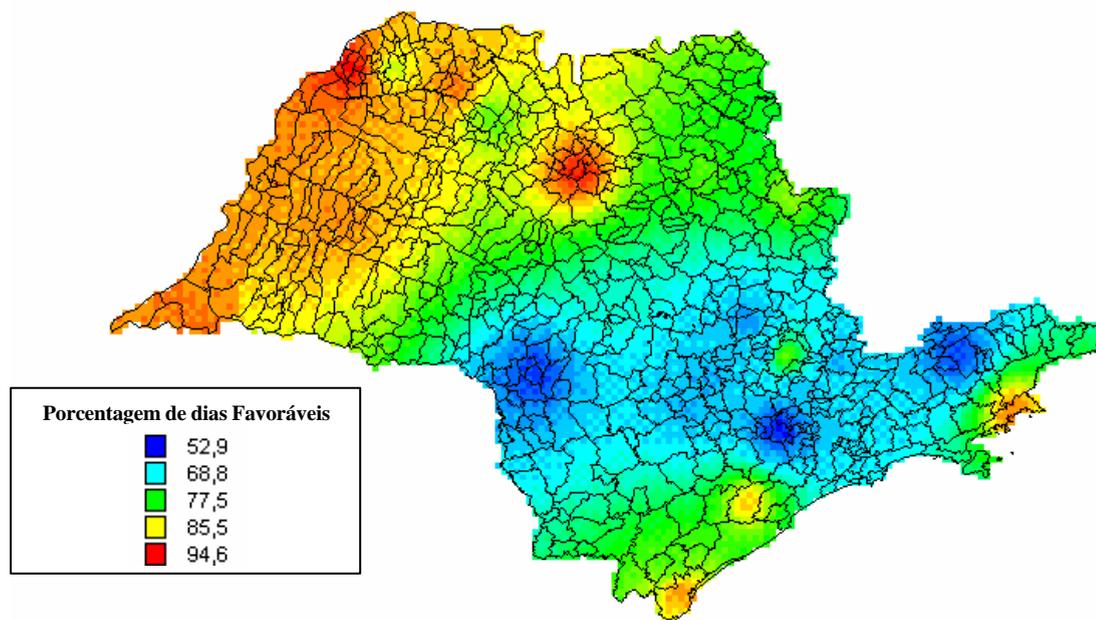


Figura 4 – Média da porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante os anos de 2002 a 2005 – Índices maiores que 0,3.

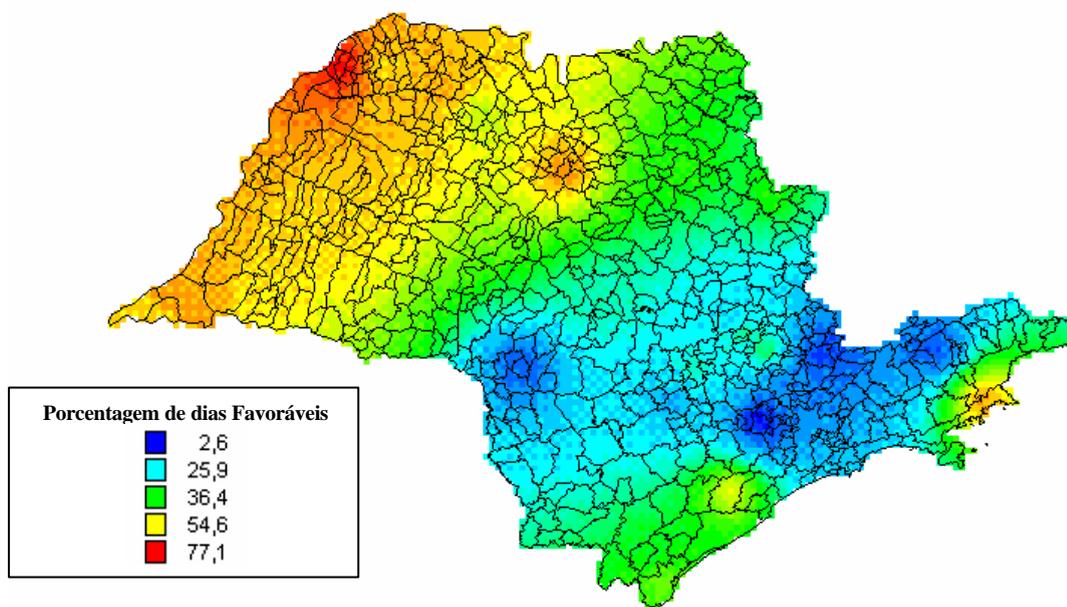


Figura 5 – Média da porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante os anos de 2002 a 2005 – Índices maiores que 0,4.

Para a média dos quatro anos analisados, com o índice maior que 0,3 a região Noroeste do Estado e o município de Pindorama, foram as que apresentaram a maior porcentagem de dias favoráveis à ocorrência do cancro cítrico, sendo que, tal fato foi observado por DALLA PRIA et al. (2006), que cita a região Noroeste do Estado de São Paulo como a mais favorável à ocorrência da doença, onde ocorrem temperaturas mais altas do que as demais regiões.

A partir da escolha do melhor índice, foram calculadas as porcentagens de dias favoráveis, para todas as estações, durante quatro anos, que estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Porcentagem de dias favoráveis à ocorrência de cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) no Estado de São Paulo.

Município	2002	2003	2004	2005	Média
Adamantina	78,37	-	-	-	78,37
Atibaia	41,38	52,87	39,47	47,67	45,35
Auriflama	65,29	85,08	78,07	88,49	79,23
Bragança	41,06	37,44	37,68	32,60	37,19
Campinas	65,25	61,78	56,77	58,63	60,61
Cananéia	79,76	82,94	65,96	57,96	71,65
Jacupiranga	-	-	60,83	-	60,83
Jales	-	70,51	72,73	78,90	74,05
Jaú	56,36	-	50,51	-	53,43
Jundiaí	49,33	-	38,39	-	43,86
Limeira	-	-	45,38	-	45,38
Manduri	-	-	34,40	-	34,40
Miracatu	78,32	68,86	-	-	73,59
Mococa	74,86	72,81	57,42	51,43	64,13
Monte Aprazível	-	73,90	68,95	68,49	70,45
Nova Odessa	60,88	50,30	47,38	53,42	52,99
Pindamonhangaba	-	-	-	33,70	33,70
Pindorama	-	75,92	89,47	-	82,69
Ribeirão Preto	69,69	60,85	54,51	-	61,68
Santa Fé	-	92,77	86,62	92,60	90,66
São Roque	-	-	21,29	-	21,29
Sumaré	-	45,60	41,89	46,58	44,69
Tatuí	-	42,98	41,40	-	42,19
Tietê	-	44,29	-	-	44,29
Ubatuba	-	-	82,25	79,18	80,71
Vargem	43,89	47,43	33,16	41,92	41,60
Votuporanga	86,74	85,21	79,14	81,22	83,08

De acordo com os dados da Figura 6, observa-se que, o ano de 2003 possuía maior porcentagem de dias favoráveis à incidência do cancro cítrico, quando comparado aos demais anos, fato este, que reflete os dados observados através dos levantamentos amostrais realizados pelo FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura). No ano de 2004 houve uma menor porcentagem de dias favoráveis, próximo a 56% que, entretanto, não pode ser

considerado um valor baixo para a doença estudada. No ano de 2005 observa-se um aumento na porcentagem de dias favoráveis à incidência do cancro cítrico.

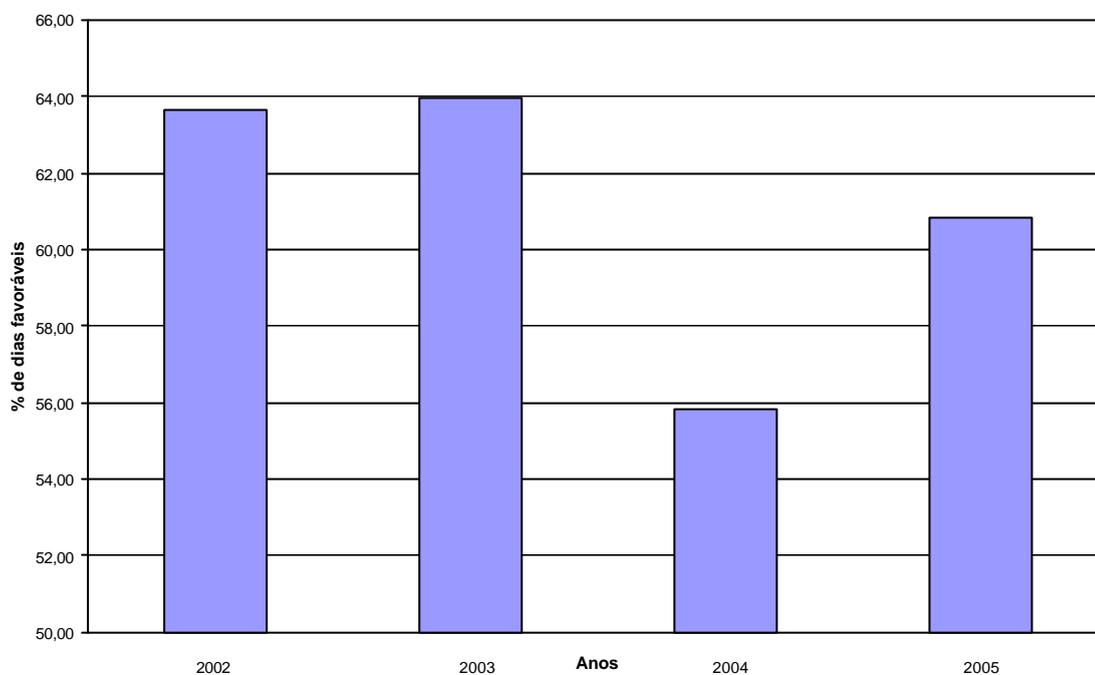


Figura 6 – Médias anuais da porcentagem de dias favoráveis à incidência de cancro cítrico no Estado de São Paulo.

Na Figura 7 verifica-se um aumento no ano de 2005, quando comparado ao ano anterior, nas cidades de Auriflama, Jales e Santa Fé localizadas na região Nordeste do Estado. Sumaré também apresentou um aumento na porcentagem de dias favoráveis a ocorrência da doença, sendo esta considerada uma região citrícola de grande potencial para o desenvolvimento da doença.

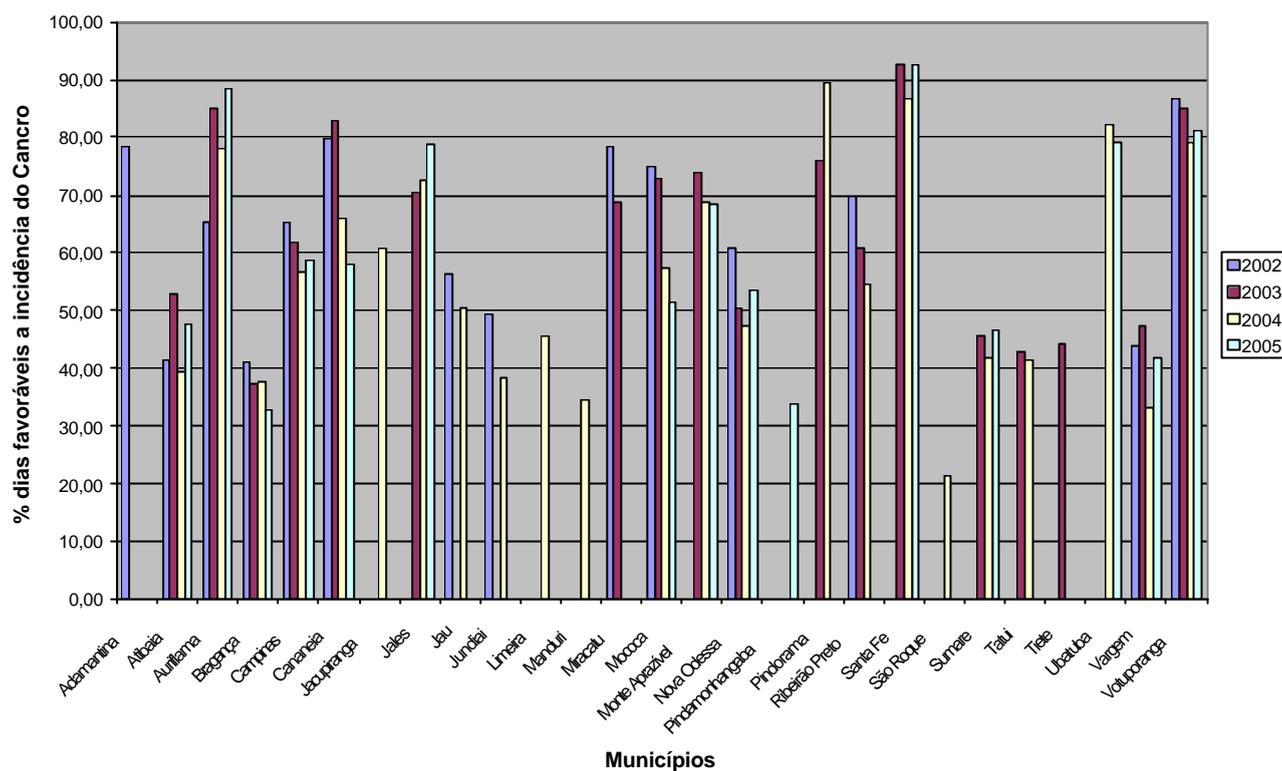


Figura 7 – Porcentagem de dias favoráveis à incidência de cancro cístico no Estado de São Paulo durante os anos de 2002 a 2005 por município.

Estes dados também podem ser visualizados nas Figuras 8, 9, 10 e 11 que apresentam as zonas de maior risco dentro do Estado de São Paulo. Os locais onde estão com a cor na tonalidade de vermelho são as áreas mais favoráveis à ocorrência da doença, sendo decrescente quando se aproxima da cor azul.

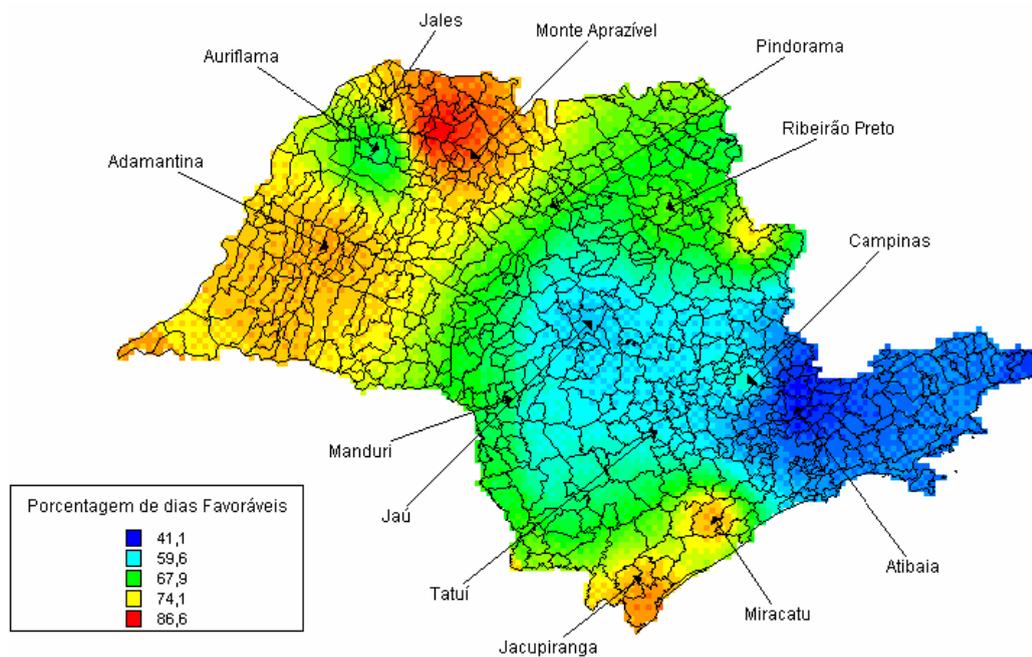


Figura 8 – Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante o ano de 2002.

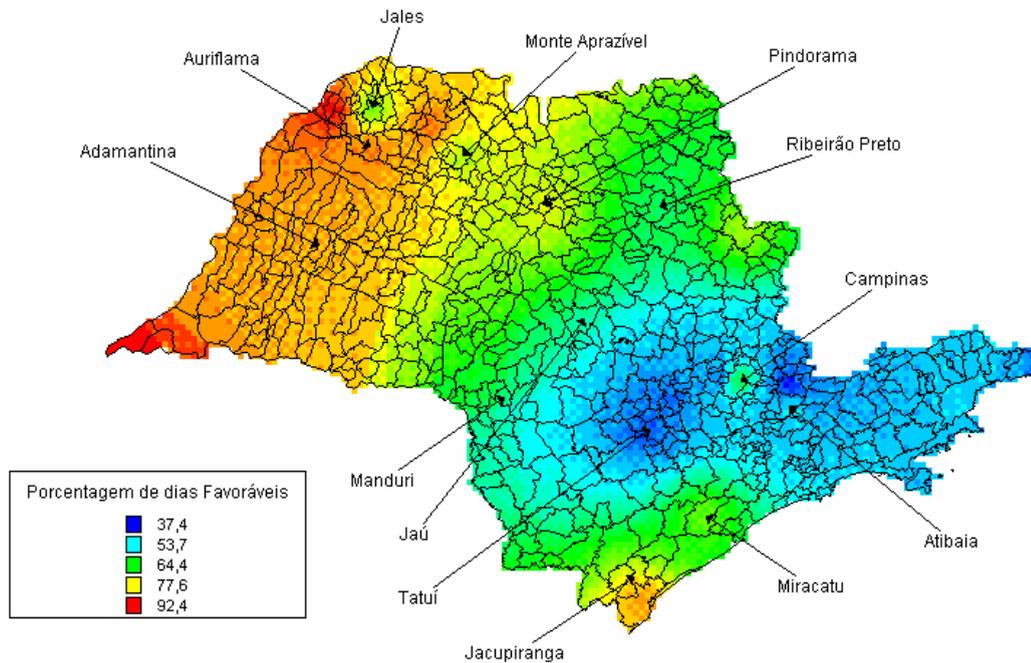


Figura 9 – Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante o ano de 2003.

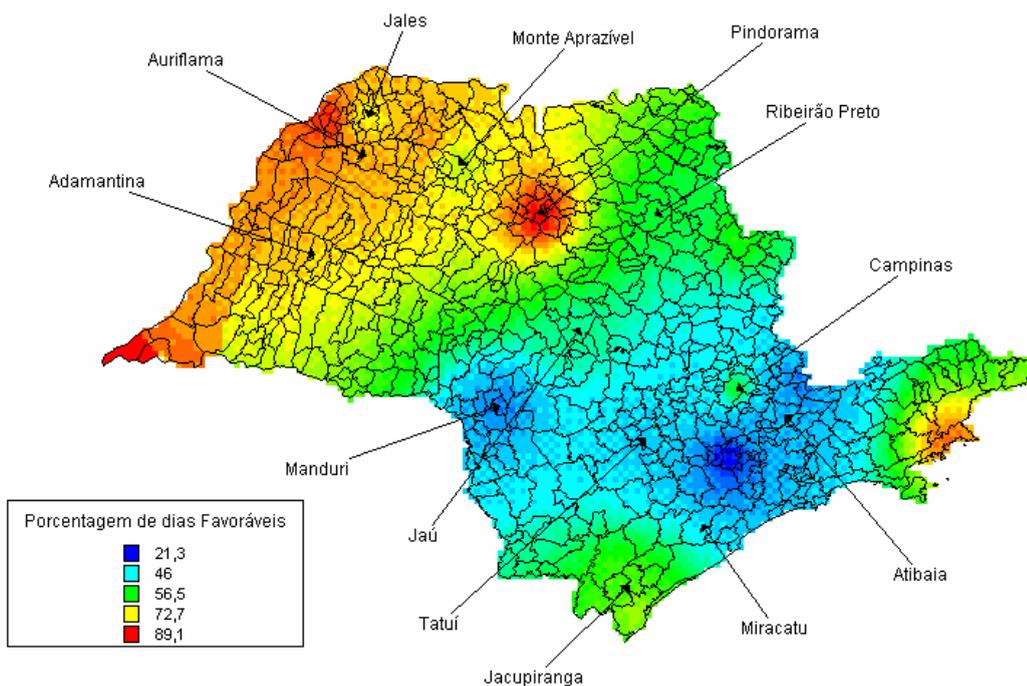


Figura 10 – Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante o ano de 2004.

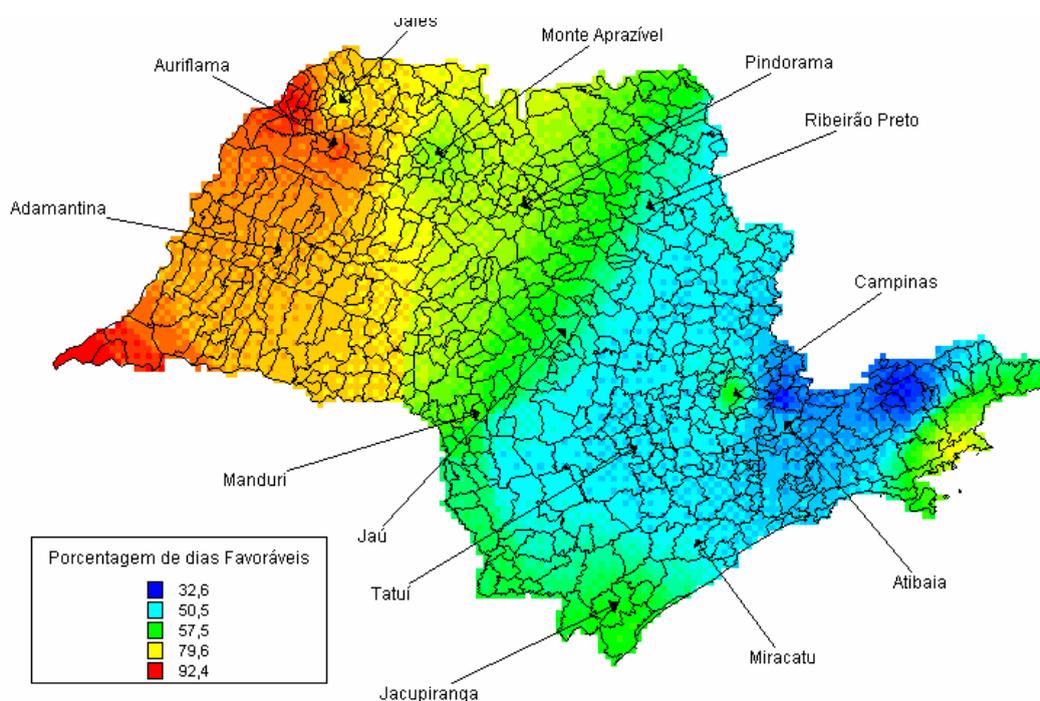


Figura 11 – Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante o ano de 2005.

De acordo com levantamentos amostrais realizados pelo FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da Citricultura), a região próxima ao Rio Tietê, Noroeste do Estado de São Paulo, é o local onde foram encontrados os maiores focos da doença, porém, esta região passou a ser amostrada apenas a partir de 2003.

Os mapas referentes às três safras estão representados nas Figuras 12, 13 e 14. Os resultados estimados para a safra foram bem próximos aos anuais, apresentando a região Noroeste do Estado como sendo a mais favorável à ocorrência do cancro cítrico.

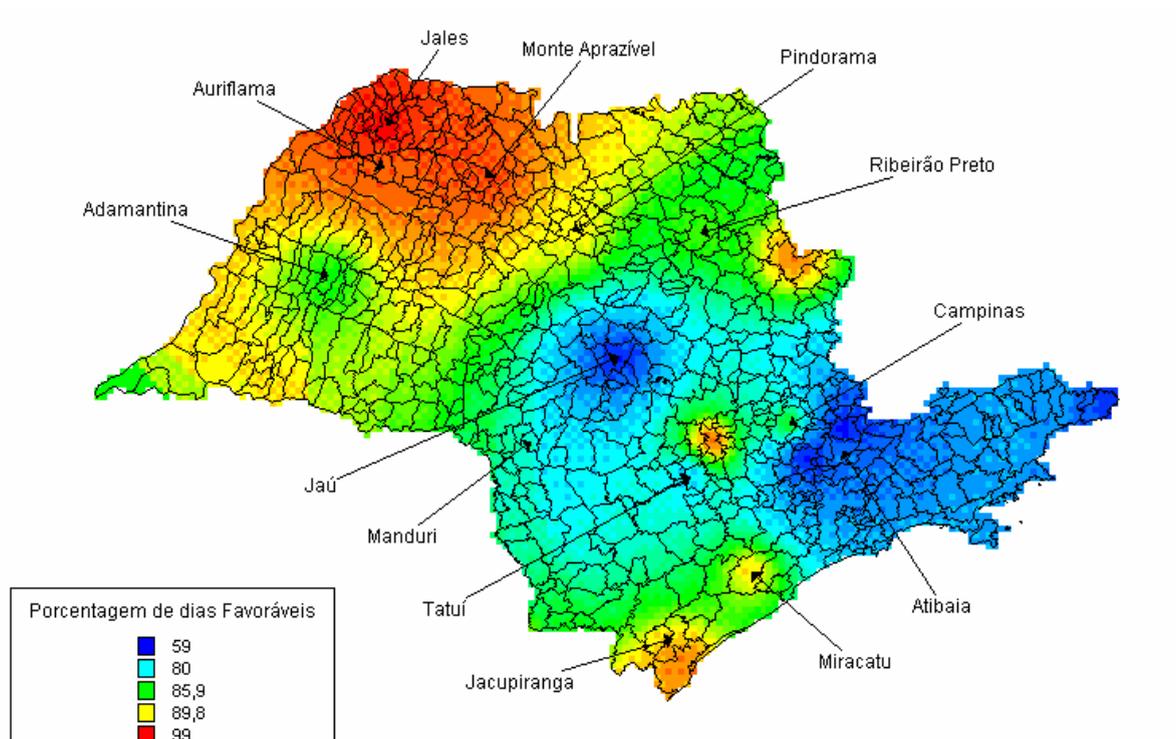


Figura 12 – Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante a Safra 2002/2003.

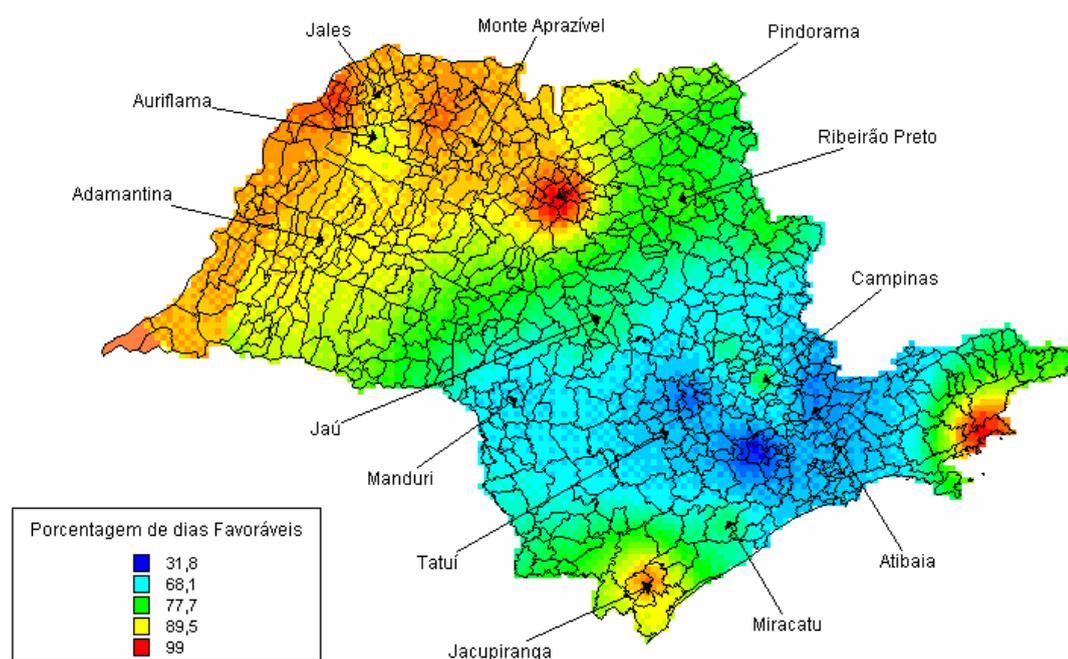


Figura 13 – Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante a Safra 2003/2004.

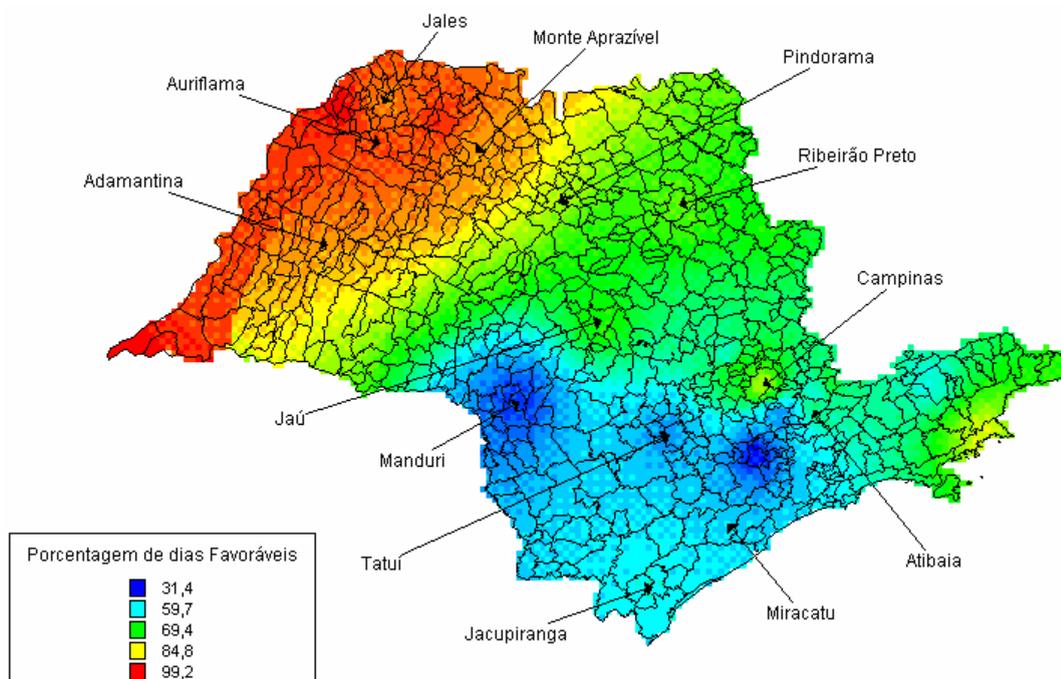


Figura 14 – Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de cancro cítrico no Estado de São Paulo durante a Safra 2004/2005.

4.2 Podridão floral dos citros

Foram calculadas as porcentagens de dias favoráveis, para todas as estações, durante os quatro anos, que estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Porcentagem de dias favoráveis à ocorrência de podridão foral dos citros (*Colletotrichum cutatum*) no Estado de São Paulo.

Município	2002	2003	2004	2005	Média
Adamantina	41,64	-	50,20	-	45,92
Atibaia	-	27,12	64,21	67,40	52,91
Auriflana	40,82	60,82	50,27	51,23	50,78
Bragança	-	58,90	-	61,92	60,41
Campinas	50,14	58,90	60,66	53,97	55,92
Cananéia	-	58,90	-	67,35	63,12
Jales	-	56,71	56,83	44,38	52,64
Jaú	51,23	-	59,29	-	55,26
Jundiaí	42,74	-	63,93	-	53,33
Limeira	-	-	49,45	-	49,45
Manduri	-	-	39,07	-	39,07
Miracatu	-	35,44	-	-	35,44
Mococa	49,86	56,44	59,29	55,92	55,38
Monte Aprazível	-	42,47	54,64	46,30	47,80
Nova Odessa	52,33	50,14	62,02	56,16	55,16
Pindamonhangaba	-	-	-	45,21	45,21
Pindorama	-	58,90	18,58	-	38,74
Ribeirão Preto	43,84	52,33	71,60	-	55,92
Santa Fé	-	53,15	60,11	48,22	53,83
São Roque	-	-	43,72	-	43,72
Sumaré	-	47,40	59,29	55,62	54,10
Tatuí	-	50,14	53,28	-	51,71
Tietê	-	50,14	-	-	50,14
Ubatuba	-	-	77,60	75,34	76,47
Vargem	-	58,90	-	60,55	59,72
Votuporanga	60,82	53,15	53,55	49,80	54,33

Para a média dos quatro anos analisados, verifica-se que a região Sul e Leste do Estado de São Paulo, apresentaram as maiores porcentagens de dias favoráveis à ocorrência de podridão floral, sendo que, no ano de 2003, observa-se um destaque para a região Noroeste do Estado.

Estes resultados foram semelhantes quando se estudou a favorabilidade anual e a favorabilidade dentro do período de agosto a novembro de cada ano (período da florada).

As figuras 15, 16, 17 e 18 demonstram durante o período estudado as zonas de maior risco de ocorrência da doença.

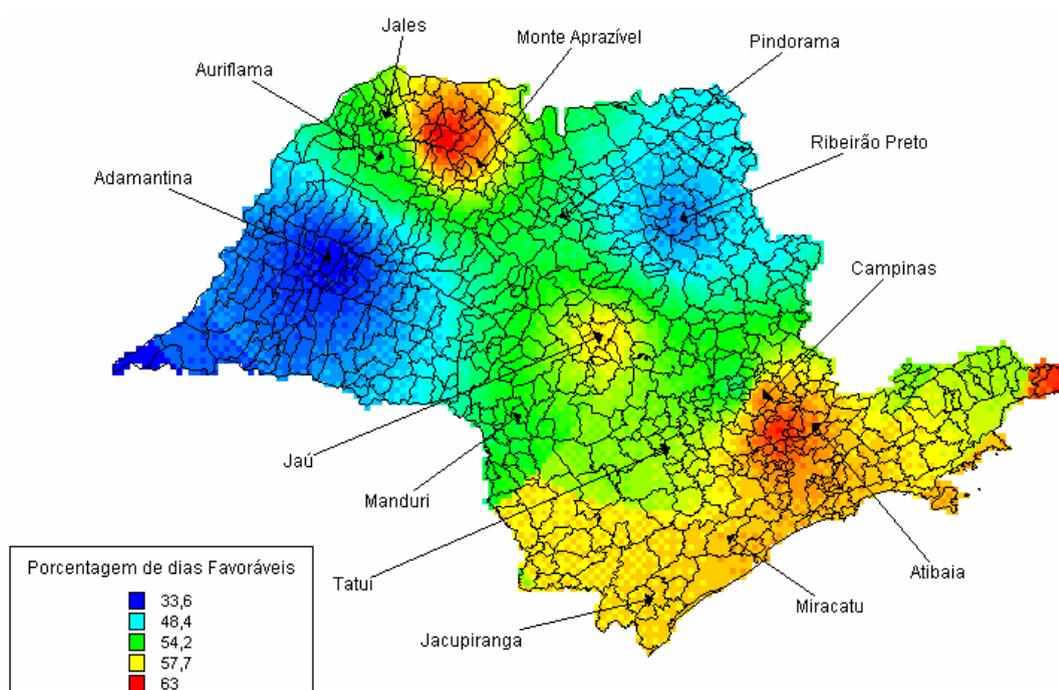


Figura 15 – Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de podridão floral no Estado de São Paulo durante o período de agosto a novembro de 2002.

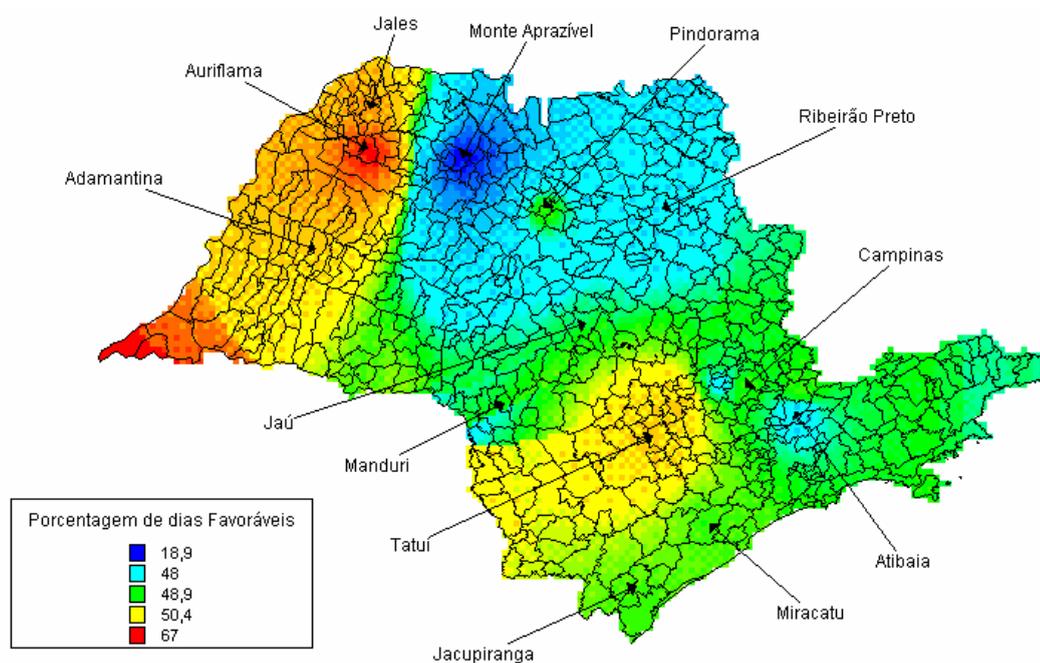


Figura 16 – Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de podridão floral no Estado de São Paulo durante o período de agosto a novembro de 2003.

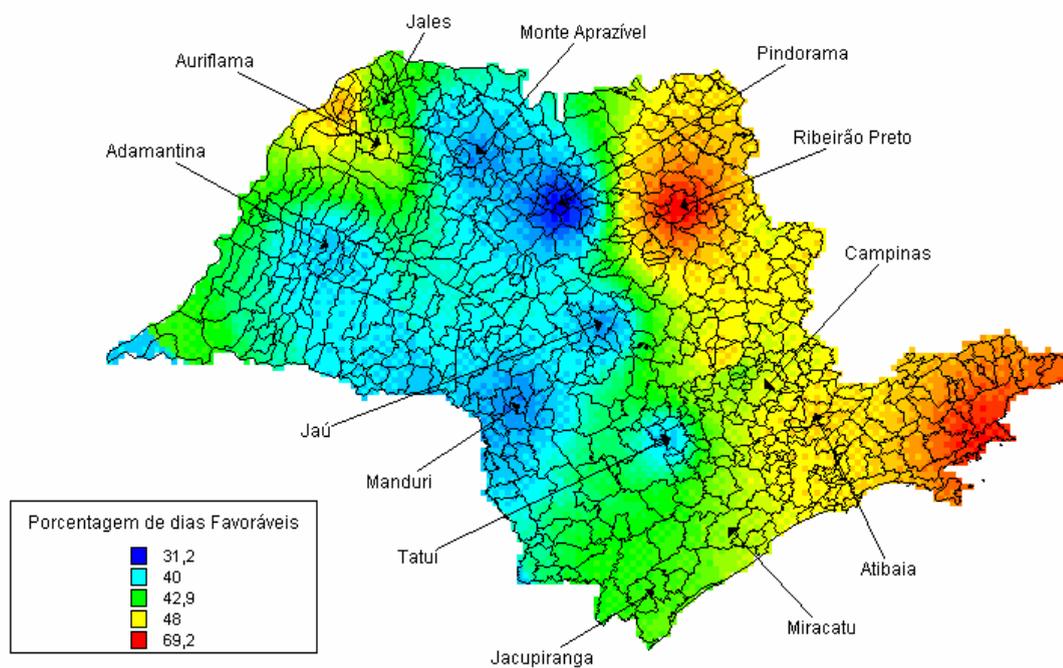


Figura 17 - Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de podridão floral no Estado de São Paulo durante o período de agosto a novembro de 2004.

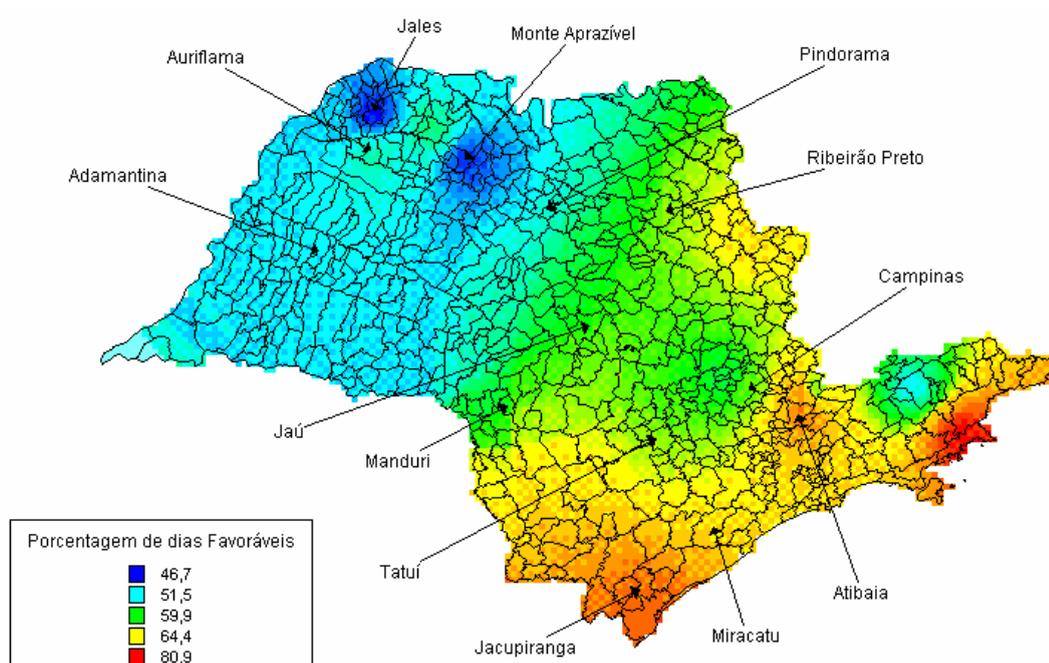


Figura 18 - Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de podridão floral no Estado de São Paulo durante o período de agosto a novembro de 2005.

No Estado de São Paulo a doença foi observada pela primeira vez por ROSSETTI et al. (1981), sendo que perdas significativas foram verificadas na safra de 1977/78 em muitos pomares, principalmente próximos de Limeira, Araraquara e Cândido Rodrigues (FEICHTENBERGER, 1991), estando, estas cidades, todas localizadas na região leste e centro do Estado, o que demonstra ser uma área propícia à ocorrência da podridão floral, conforme observado nos resultados anteriormente mencionados.

Na safra de 1990/1991, foram verificadas perdas de produção em pomares localizados próximos de Limeira, Campinas, Mogi Guaçu, Araras e Pirassununga, enquanto que nas safras de 1993/93 e 1993/94 a doença afetou de forma severa as principais regiões produtoras paulistas (FEICHTENBERGER, 1994; PRATES et al., 1995). Na região de

Itapetininga, o patógeno provocou perdas significativas na safra 96/97, resultando em redução de até 80% da produção (PERES, 2002).

4.3 Pinta preta

Os dados analisados entre os intervalos estabelecidos como não favorável, pouco favorável, favorável e muito favorável não foram considerados como a melhor forma de análise dos dados, pelo fato de que, o Estado de São Paulo como um todo apresentou porcentagens altas de favorabilidade para todas as regiões, como apresentado na Tabela 5. Assim, considerou-se os índices acima de zero como favoráveis.

Tabela 5 – Porcentagem de dias favoráveis à ocorrência de pinta preta dos citros (*Guignardia citricarpa*) no Estado de São Paulo.

Municípios	2002	2003	2004	2005	Média
Adamantina	94,30	-	82,50	-	88,40
Atibaia	85,10	44,40	61,20	99,20	72,47
Auriflama	68,40	49,60	53,60	99,30	67,72
Bragança	85,50	59,70	54,60	98,80	74,65
Campinas	97,10	52,60	55,50	100,00	76,30
Cananéia	99,70	89,60	86,60	99,40	93,82
Jacupiranga	-	-	94,80	-	94,80
Jales	-	67,10	65,00	99,00	77,00
Jaú	99,00	-	83,10	-	91,05
Jundiá	97,30	-	86,30	-	91,80
Limeira	-	-	96,20	-	96,20
Manduri	-	-	92,30	-	92,30
Miracatu	99,40	97,50	-	-	98,45
Mococa	98,60	54,50	57,70	99,00	77,45
Monte Aprazível	-	68,50	69,40	98,70	78,87
Nova Odessa	97,60	94,00	93,40	98,40	95,85
Pindamonhangaba	-	-	-	95,20	95,20
Pindorama	-	54,20	99,20	-	76,70
Ribeirão Preto	95,90	81,10	84,20	-	87,06
Santa Fé	-	47,90	45,40	100,00	64,43
São Roque	-	-	86,30	-	86,30
Sumaré	-	86,30	86,90	98,50	90,57
Tatuí	-	97,80	97,50	-	97,65
Tietê	-	96,20	-	-	96,20
Ubatuba	-	-	98,90	100,00	99,45
Vargem	97,10	51,00	48,90	97,30	73,57
Votuporanga	98,90	44,70	45,90	-	63,17

Analisando os resultados obtidos através dos mapas apresentados nas Figuras 19, 20, 21 e 22 pode-se verificar que a zona de maior probabilidade de ocorrência da pinta preta encontra-se ao Sul do Estado de São Paulo, havendo pontos favoráveis na região Central do Estado no ano de 2004 e na região Noroeste no ano de 2005.

A análise de favorabilidade para pinta preta gerou valores maiores quando comparados as demais doenças. Tal fato pode ocorrer devido a amplitude de condições climáticas que são favoráveis a ocorrência da doença.

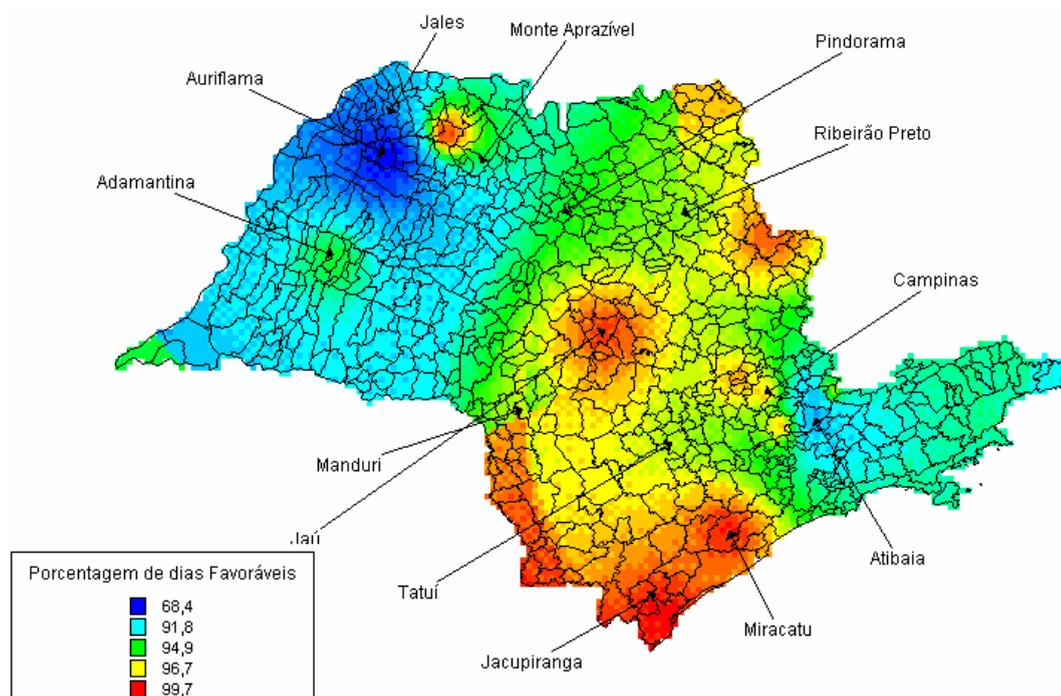


Figura 19 - Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de pinta preta no Estado de São Paulo durante o ano de 2002.

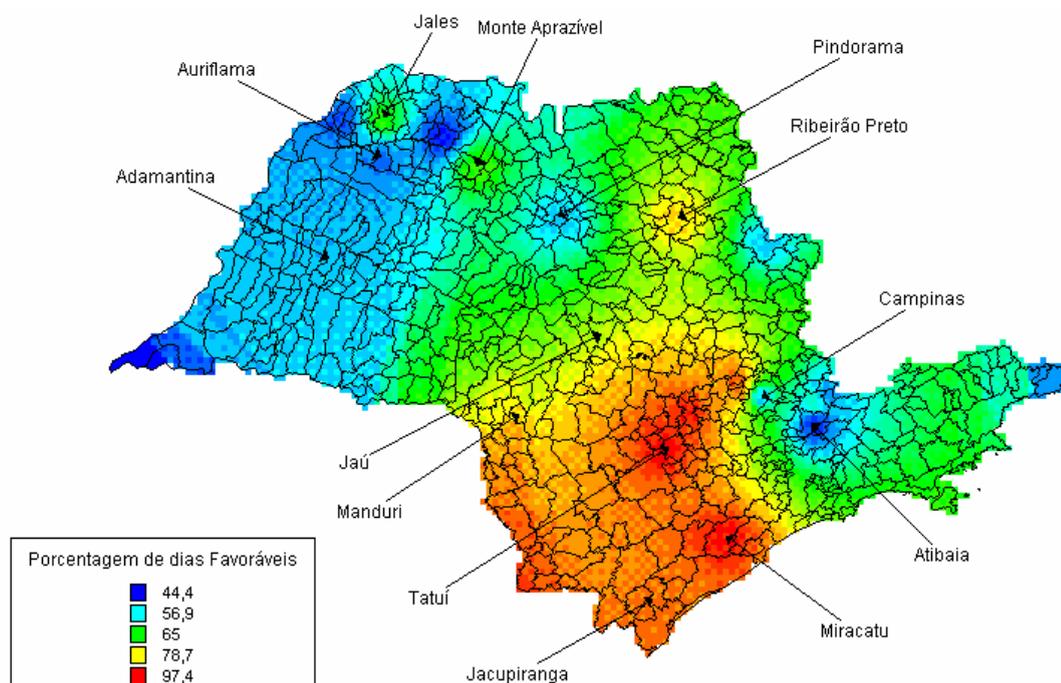


Figura 20 - Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de pinta preta no Estado de São Paulo durante o ano de 2003.

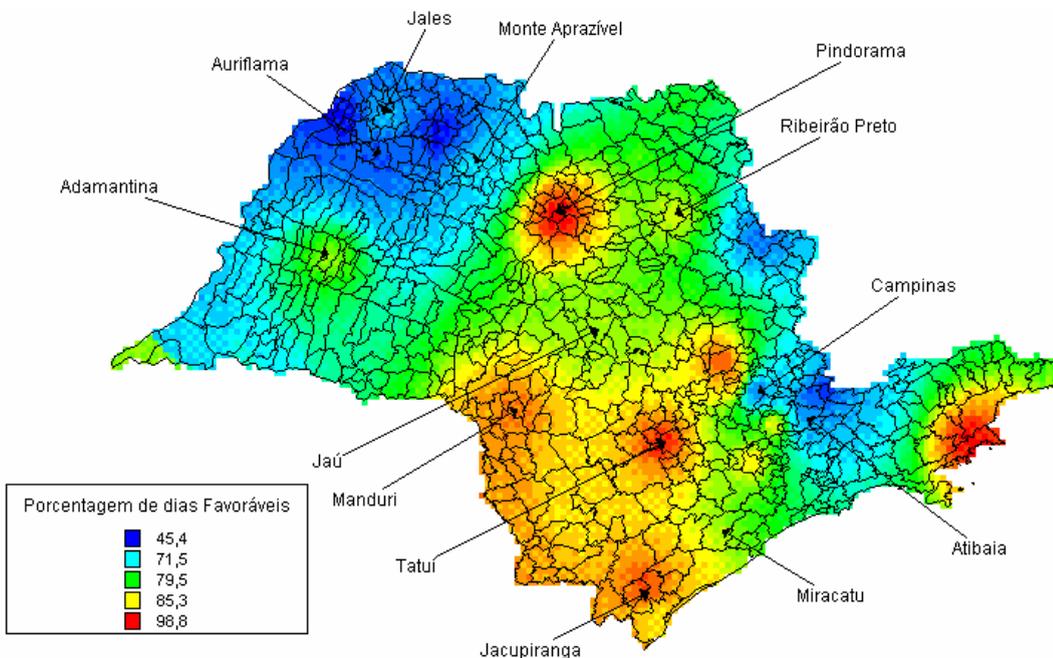


Figura 21 - Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de pinta preta no Estado de São Paulo durante o ano de 2004.

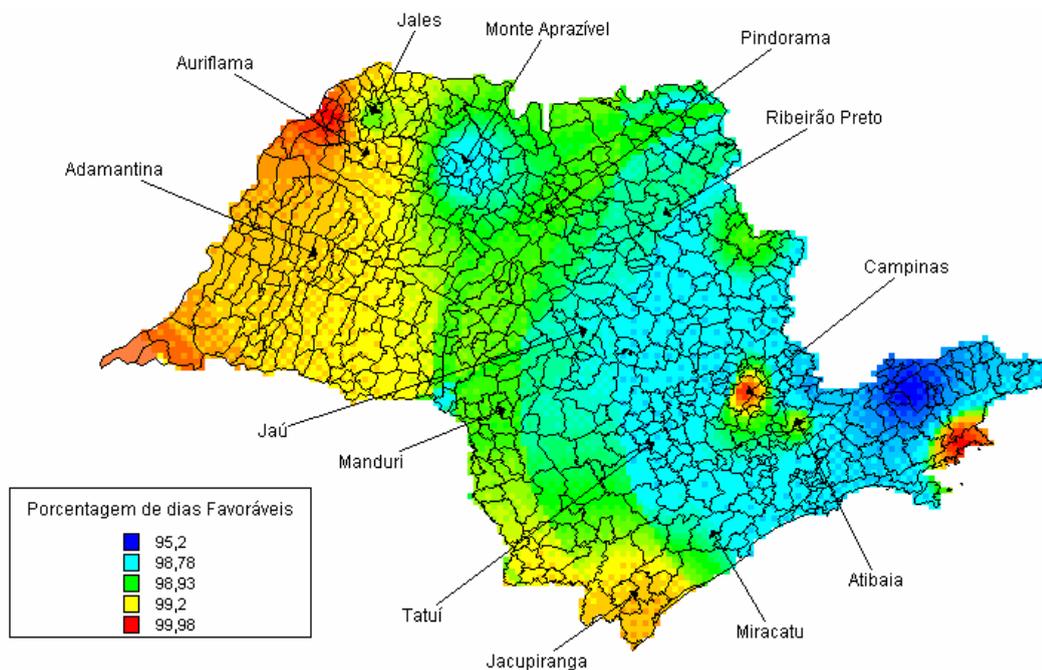


Figura 22 - Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de pinta preta no Estado de São Paulo durante o ano de 2005.

Também foram estabelecidos os valores referentes ao período de setembro a abril, que estão apresentados nas Figuras 23, 24 e 25 que mostram a probabilidade de maior risco para Pinta preta nas safras 2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005.

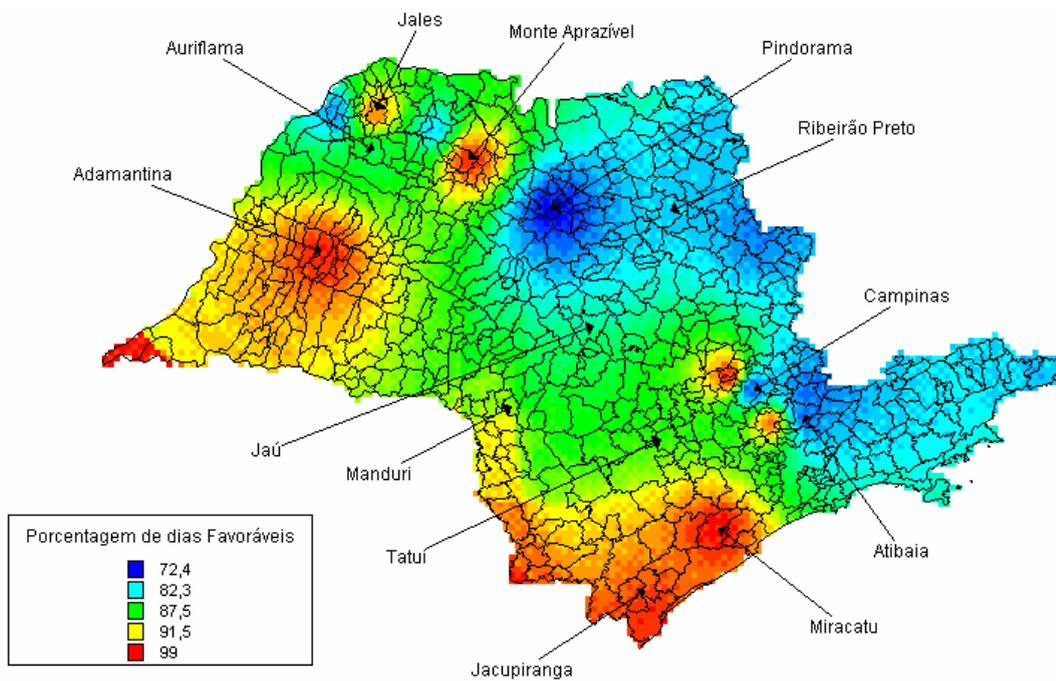


Figura 23 - Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de pinta preta no Estado de São Paulo durante a safra 2002/2003.

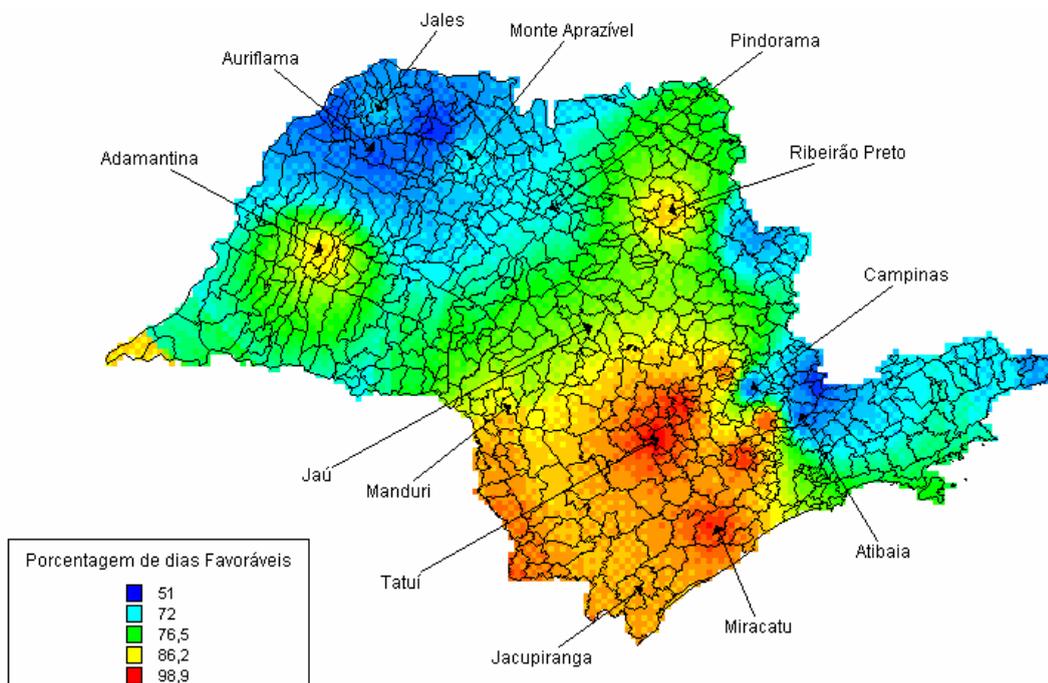


Figura 24 - Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de pinta preta no Estado de São Paulo durante a safra 2003/2004.

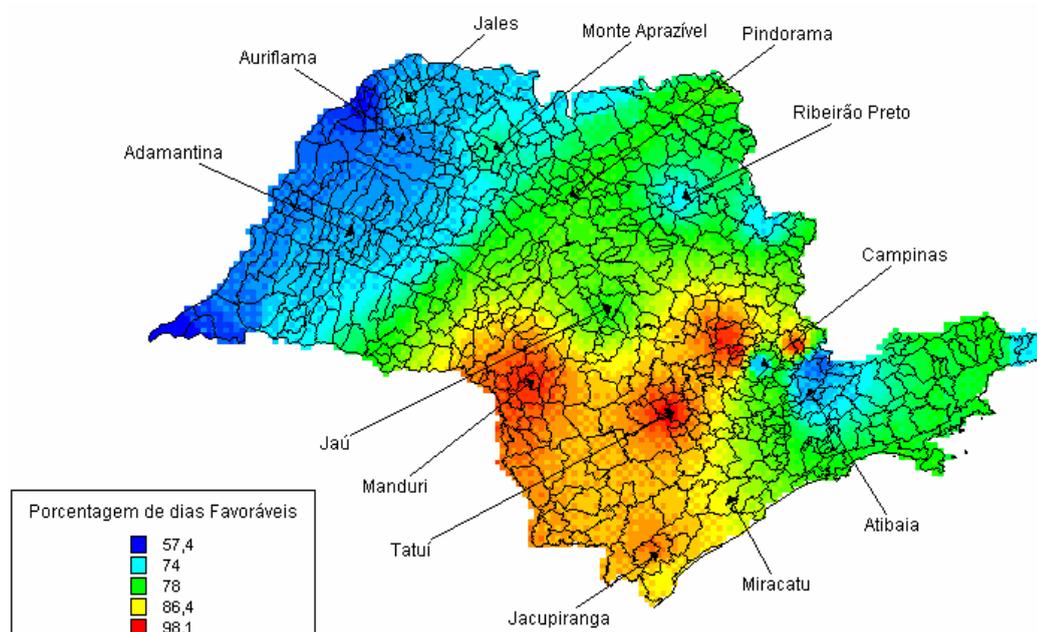


Figura 25 - Porcentagem de dias Favoráveis à ocorrência de pinta preta no Estado de São Paulo durante a safra 2004/2005.

Em São Paulo a pinta preta foi constatada em 1992 nos municípios de Conchal e Engenheiro Coelho (GOES & FEICHTENBERGER, 1993). Segundo FEICHTENBERGER (1996) e GOES (1998), a doença era encontrada de forma endêmica em toda a região citrícola de Limeira.

Hoje sabe-se, porém que, a pinta preta encontra-se disseminada por praticamente todo o Estado de São Paulo, o que condiz com os resultados apresentados neste trabalho.

A utilização de mapas de zonas de risco climático foi estudado por PRADO (2006) que elaborou uma metodologia para a confecção destes mapas na cultura do tomateiro. GARCÍA (2005) também estudou o risco climático de ocorrência da Requeima da batata na região dos Andes na Venezuela. Observa-se, no entanto, que séries históricas de dados diários de precipitação, temperatura e umidade relativa não estão disponíveis ou quando

estão apresentam falhas ou dados faltantes, os quais limitam o uso dessa importante informação (JEFFREY et al., 2001).

Para uma maior precisão, talvez fosse necessária uma base mais ampla de dados, de preferência com 30 anos, para a criação de um zoneamento mais preciso de modo que seja uma ferramenta de planejamento (PRADO, 2006).

No caso específico da citricultura estes mapas de zonas de risco podem ser muito úteis em casos de expansão de áreas, assim como nas migrações como é a tendência atual em função da necessidade de substituição de porta-enxerto para controle da Morte Súbita dos Citros (MSC). Normalmente os novos porta-enxertos necessitam de irrigação ou plantio em regiões com maior pluviosidade, assim, seria de grande utilidade os mapas de zonas de risco, mesmo fora da região tradicionalmente citrícola.

5. CONCLUSÕES

Pelos resultados do presente trabalho conclui-se que:

- A zona de maior favorabilidade para o Cancro cítrico no Estado de São Paulo é a região Noroeste;

- Para a Podridão Floral dos citros a maior favorabilidade ocorre na região Sul e Leste do Estado de São Paulo;

- Para a Pinta preta a zona de maior favorabilidade é a região Sul com pontos no Centro durante o ano de 2004 e no Noroeste no ano de 2005;

- Esta metodologia mostrou-se adequada e, com uma maior série histórica de dados poderiam ser gerados mapas que, confrontados com levantamentos regionais das doenças, seriam ferramentas de planejamento úteis para os agricultores.

6. REFERÊNCIAS

AGOSTINI, J.P.; GOTTWALD, T.R.; TIMMER, L.W. Temporal and spatial dynamics of postbloom fruit drop of citrus in Florida. **Phytopathology**, v.83, p.485-490, 1993.

AGUILAR-VILDOSO, C.I. (Coord.) Manual técnico de procedimentos da mancha preta do citros. Brasília: MAPA/DAS/DDIV, 2002. 72p.

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. A epidemiologia do cancro cítrico. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.151-156, 2001.

AYOADE, J.O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos. São Paulo: Difel. 1986.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.602-625.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. Editora agronômica Ceres Ltda. São Paulo, 1996. 299p.

BERGER, R.D. Description and application of some general models for plant disease epidemics. In: LEONARD, K.J.; FRY, W.E. **Plant disease epidemiology – genetics, resistance and management**. McGraw-Hill, 1989, v.2, p.125-49.

BOURKE, P.M.A. Use of weather information in the prediction of plant disease epiphytotics. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.8, p.345-37, 1970.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York. John Willey, 1990. p.329-52.

CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D.; FARIA, R.T. Sistema de Monitoramento Agroclimático do Estado do Paraná In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8; 1994, Belo Horizonte. (**Anais...**)

DALLA PRIA, M.D.; CHRISTIANO, R.C.S.; FURTADO, E.L.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Effect of temperature and leaf wetness duration on infection of sweet oranges by Asiatic citrus canker. **Plant Pathology**, v. 55, p.657-663, 2006.

FEICHTENBERGER, E. Mancha-preta dos citros no Estado de São Paulo. **Laranja**, v.17, p.93-108, 1996.

FEICHTENBERGER, E. Podridão floral dos citros: histórico, sintomatologia, etiologia e epidemiologia. **Laranja**, Cordeirópolis, v.15, n.2, p.109-28, 1994.

FEICHTENBERGER, E. Queda dos frutos jovens de citros, doença induzida por uma raça virulenta do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. **Laranja**, Cordeirópolis, v.12, n.2, p.513-21, 1991.

FEICHTENBERGER, E.; MÜLLER, G.W.; GUIRADO, N. Doenças dos citros In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds) **Manual de Fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas**. 3ed. São Paulo: Ceres, v2, 1997. p.261-296.

FERNANDES, J.M. Manejo de pragas e doenças e a superestrada da informação: situação atual e perspectivas. In: Seminário sul-brasileiro de informática na agricultura, 1; 1996, Passo Fundo. p.24-29. (**Anais...**)

FRY, W.E. Disease forecasting: Epidemiological considerations. In: **Principles of plant disease management**. New York, Academic Press, 1982. p.105-25.

GARCÍA, B.I.L. Risco climático de ocorrência da requeima da batata na região dos Andes, Venezuela, 2005. 132f., Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GILLESPIE, T.J. Pest and disease relationships. In: GRIFFITHS, J.F. **Handbook of agricultural meteorology**. New York: Oxford University Press. 1994. Chap 19, p.203-209.

GOES, A. Controle da mancha-preta dos frutos cítricos. **Laranja**, v.9, p.305-320, 1998.

GOES, A. de; FEICHTENBERGER, E. Ocorrência da mancha preta causada por *Phyllosticta citricarpa* (McAlp) Van der Aa (*Guignardia citricarpa* Kiely) em pomares cítricos do estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v.18, p.138, 1993. Suplemento.

HAU, B.; KRANZ, J. Mathematics and statistics for analysis in epidemiology. In: Kranz J., ed. **Epidemics of Plant Diseases. Mathematical Analysis and Modeling**. Berlin, Germany: Springer, 1990. p.12-52.

JEFFREY, S.J.; CARTER, J.O.; MOODIE, K.B.; BESWICK, A.R. Using spatial interpolation to construct a comprehensive archive of Australian climate data. **Environmental Modeling & Software**, Oxford, v.16, p. 309-330, 2001.

JONHSON, K.B. The role of predictive systems in disease management. In: TENG, P.S. **Crop loss assesment and pest management**. APS Press, 1987. 176-90 p.

KIELY, T.B. Preliminary studies on *Guignardia citricarpa* spp.: the ascigenous steege of *Phoma citricarpa* McAlp. and its relation to black spot of citrus. **Proceedings of the Linnean Society of New South Walesn**. v.73, p. 249-292, 1948.

KOTZÉ, J.N. History and epidemiology of citrus black spot in South Africa. **Proceedings of International Society of Citriculture**, v.2, p.1296-1299, 1996.

KRAUSE, R.A.; MASSIE, L.B.; HYRE, R.A. Blitecast: a computerized forecast of potato late blight. **Plant Disease Reporter**, v.59, p.95-98, 1975.

MASSARI, C.A. Cancro cítrico. **Fitopatologia Brasileira**, v.26, p.248, 2001.

NORONHA, M.A. **Escala diagramática para avaliação da mancha preta em folhas de citros e efeito da temperatura e da duração do molhamento na pré-penetração de conídios de *Guignardia citricarpa* Kiely [*Phyllosticta citricarpa* (McAlp) Van der Aa]**. 2002. Dissertação (Agronomia (Fitopatologia) [Piracicaba]) - Universidade de São Paulo, (Orientadora) Lílian Amorim.

PERES, N.A.R. **Modelo de previsão e controle da podridão floral dos citros causada por *Colletotrichum acutatum***. 2002. Tese (Agronomia (Horticultura) [Botucatu]) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, (Orientador) Nilton Luiz de Souza.

PORTO, O.de M.; ROSSETTI, V.; DORNELLES, C.M.M. Queda de frutos jovens de citros, causada por *Colletotrichum* sp. no Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 5; 1979, Pelotas. p. 681-692. (**Anais...**)

PRADO, T.A. Metodologia para o zoneamento de risco climático de ocorrência de requeima do tomateiro. 2006. 53f. Trabalho de Graduação (Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PRATES, H.S.; RODRIGUES, J.C.V.; NOGUEIRA, N.L. Observações sobre a doença podridão floral na citricultura paulista. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, p.296, 1995.

PUGSLEY, L., CRUVINEL, P.E., CARAMORI, P.H. New agroclimatic digital images classification system and risk zone mapping. Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing, 14; 2001. p.237-244. (**Proceedings...**)

ROBBS. C.F.; PIMENTEL, J.P.; RIBEIRO, R.L. A mancha preta do citros causada por *Phoma citricarpa*. **Fitopatologia Brasileira**, v.15, n.3, p.455, 1980.

ROSSETTI, V.; CARVALHO, M.L.V.; VECHIATO, M.H.; BATISTA, F.A.S. Estudos sobre a queda prematura de frutos citricos. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 6; 1981, Recife. p. 641-654. (**Anais...**)

ROSSETTI, V.V. **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: Fealq/F undecitrus, 2001. 207 p.

SCHUBERT, T.S.; RIZVI, S.A.; SUN, X.; GOTTWALD, T.R.; GRAHAM, J.H.; DIXON, W.N. Meeting the challenge of eradicating citrus canker in Florida-again. **Plant Disease**, v. 85, n.4, p. 341-356, 2001.

SENTELHAS,P.C.; FARIA, T.deR.; CHAVES, M.O.; HOOGENBOMM, G. Evaluation of the WGEN and SIMMETEO weather generators for the Brazilian tropics and subtropics, using crop simulation models. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Sta. Maria, v.9, n.2, p.357-376, 2001.

TIMMER, L.W., BROWN, G.E. Biology and control of anthracnose diseases of citrus. In: PRUSKY, D., FEEMAN, S., DICKMAN, M.B. (eds) **Host Specificity, Pathology, and Host-Pathogen Interactions of Colletotrichum**. APS Press Inc., St. Paul, p.300-16, 2000.

TIMMER, L.W., ZITKO, S.E. Relationships of environmental factors and inoculum levels to the incidence of postbloom fruit drop of citrus. **Plant Disease**, v.77, p.501-4, 1993.

TRAVIS, J.W.; LATIN, R.X. Development, implementation, an adoption of expert systems in plant pathology. **Annual Review of Phytopathology**, v.19, p.343-60, 1991.

WELTZIEN, H.C. Geophytopathology. **Annual Reviews of Phytopathology**, Palo Alto, v.10, p. 227-298, 1972.

WMO. Agrometeorological aspects of operational crop protection. Geneva: WMO, 1988.
185 p. (Technical note, 192).