

---

**Parte 2. Desafios e  
Tendências do Setor:  
Clima, Mercado & Consumidor**

---



# Capítulo 1

---

## **Desafios da produção de frutas e hortaliças frente aos extremos climáticos - Estudo de caso da citricultura paulista**

Silvio Crestana  
Milene M. Foschini  
Marcos D. Ferreira

---



## 1. Introdução

Extremos climáticos sempre existiram, porém a frequência e intensidade têm aumentado (SILVA DIAS, 2014) e trazem impactos à sociedade e agricultura (ÁVILA et al., 2011; EASTERLING; EVANS; GROISMAN, 1999; KATZ; BROWN, 1992). Um exemplo recente foi o da região Sudeste, em 2014, onde muitas localidades tiveram de 20 a 30% da quantidade de chuvas da média histórica para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Por sua vez, no mesmo período, outras regiões, como a região Norte do País, chuvas intensas foram registradas (SILVA DIAS, 2014), como também em anos distintos períodos de seca intensa têm sido observados na região Amazônica, como as secas de 2005 e 2010 (DE OLIVEIRA SER-RÃO et al., 2015). Em outras regiões do mundo, situações distintas das registradas anteriormente ocorreram, como inundações na Inglaterra, nevascas nos Estados Unidos, e altas temperaturas no Sudeste da Rússia (SILVA DIAS, 2014). Exemplos e situações de extremo podem ser inúmeras e, como foi mencionado, afetam a sociedade, mas também de forma direta a agricultura (DE CARVALHO et al., 2013). Plantas possuem ciclos de produção relacionados diretamente à temperatura e pluviosidade, com influência na quantidade e na qualidade do produto a ser ofertado. Mudanças climáticas, com a presença de extremos, podem modificar a qualidade dos grãos e frutos. Baixas pluviosidades no período de formação de frutos aliadas a altas temperaturas, podem ocasionar frutos pequenos, de menor valor comercial, interferindo também no volume de produção. E mesmo o inverso, chuvas torrenciais localizadas em períodos curtos, acabam não suprimindo a necessidade da planta nas diferentes fases. Extremos de temperatura podem afetar a qualidade do fruto, tanto em laranja, como em outros frutos, coloração amarelada em frutos de tomate, perdendo o valor comercial, em especial aqueles destinados à indústria, ou mesmo causando a paralisação da fisiologia da planta em situações extremas de temperatura.

O clima está mudando, todavia, quando se avalia a média de temperaturas, que vêm aumentando, os extremos não ficam evidentes, e os efeitos e consequências desses, na agricultura. Por sua vez, a cada dia novos extremos, negativos e positivos, de temperatura e pluviosidade são registrados.

A citricultura tem uma elevada importância para o agronegócio brasileiro, em especial para o mercado externo, em que somos os maiores exportadores de suco. A cultura de laranja é perene, com a utilização de variedades conhecidas, com muitos anos de cultivo, e concentrada, principalmente, no Estado de São Paulo. Da florada até a colheita, o fruto de laranja permanece na árvore, por 9 a 12 meses, e assim fica sujeito às alterações e mudanças do clima que irão afetar não somente o volume de produção, mas a qualidade do fruto. Um dos aspectos fundamentais na produção da laranja e consequente do suco, relaciona-se ao teor de sólidos solúveis, °Brix, o qual influenciará na qualidade do suco, rendimento da indústria, etc. Os sucos comercializados são de dois tipos: FCOJ (*Fruit Concentrate Orange Juice*, suco concentrado de laranja) e NFC (*Not From Concentrate*, suco integral). Este último tem mostrado um aumento crescente nas exportações nos últimos anos (FERNANDES; MARTINS; SILVA, 2017). Assim, aumentando ainda mais a dependência com a concentração do teor de sólidos solúveis encontrados no suco natural.

Dessa forma, o objetivo deste capítulo é realizar uma avaliação dos eventos climáticos extremos ocorridos nos últimos anos e relacioná-los a aspectos que possam afetar a produção brasileira, com foco em especial na citricultura.

## 2. Extremos climáticos

Katz e Brown (1992) relatam que extremos climáticos são um excelente parâmetro para verificar se o clima está alterando, baseando-se na teoria estatística do extremo, pela qual demonstra que a frequência desses eventos é relativamente mais dependente de qualquer mudança na variabilidade do que na média. Eventos extremos são caracterizados como aqueles que excedem um limite já estabelecido para os parâmetros climáticos. Desta forma, a sensibilidade é maior, quanto mais extremo for o evento climático. Os

autores indicam que avaliações climáticas devem ser realizadas baseadas na detecção da variabilidade climática, não somente envolvendo médias; e que extremos climáticos impactam sociedade e agricultura. Estudos relativos à avaliação dos extremos climáticos na sociedade já vêm sendo realizados há certo tempo (DIFFENBAUGH et al., 2005; EASTERLING; EVANS; GROISMAN, 1999; PALMER; RÄISÄNEN, 2002). Easterling, Evans e Groisman (1999) indicavam a conexão dos extremos climáticos com o aquecimento global, e que estudos deveriam se intensificar. Naquela ocasião do estudo, algumas regiões já demonstravam maiores alterações que outras. Palmer e Räisänen (2002) relatam em 2002 modelo para avaliar extremos climáticos. Diffenbaugh et al. (2005) descrevem que em função do efeito estufa, relacionado às mudanças climáticas, os extremos climáticos, referentes à temperatura e pluviosidade serão cada vez mais comuns. No caso foi analisado como objeto de estudo os Estados Unidos da América.

Liu e Allan (2013) reportam que a temperatura provavelmente aumenta em todos os lugares, mas os padrões de precipitação diferem largamente por região. Espera-se que as regiões áridas já se tornem mais secas, enquanto se espera que as regiões úmidas se tornem mais úmidas e que eventos extremos de precipitação ocorram mais frequentemente em todo o mundo. Damatta et al. (2010) relatam que o aumento na concentração de CO<sub>2</sub> pode até ser benéfico ao crescimento das plantas, todavia, os aumentos de temperatura e mudanças na pluviosidade podem ser danosas. De Carvalho et al. (2013), em análise do aumento do período de seca, em regiões brasileiras (Centro-oeste, Sudeste e Sul), observaram um aumento da incidência em períodos de seca na região Centro-Oeste e uma maior vulnerabilidade da região Sudeste, o que pode afetar a produção agrícola.

Em complemento a esta análise, uma das mais severas secas que a região Sudeste passou recentemente, iniciou-se no final de 2013 e continuou até 2015, em especial na região metropolitana de São Paulo, onde os principais reservatórios de água chegaram a 5% da sua capacidade de armazenamento. A redução nas chuvas, em 20-30% no período de três anos, esteve associada a elevadas temperaturas (NOBRE et al., 2016).

Moretti et al. (2010) relatam que os aumentos da temperatura em conjunção ao efeito estufa estão associados a mudanças climáticas. Produção e qualidade de hortaliças e frutas são diretamente e indiretamente afetados por altas temperaturas e exposição a elevados índices de CO<sub>2</sub> e ozônio. Variações na temperatura podem afetar fotossíntese da cultura, e um aumento nas temperaturas globais pode ser esperado a ter significativo impacto na qualidade pós-colheita, influenciando importantes parâmetros de qualidade, como síntese de açúcares, ácidos orgânicos, compostos antioxidantes e firmeza. Para citros, temperaturas elevadas podem influenciar a produção, como a qualidade dos frutos, folhas e outros tecidos (REUTHER, 1973). As injúrias externas mais comuns em frutos sujeitos a elevadas temperaturas, referem-se a manchas de coloração amarelo-claro e marrom. Internamente, o fruto pode sofrer danos e, em condições extremas, danos na polpa dos frutos, com a desidratação das vesículas (SENTELHAS, 2005).

### **3. Produção citrícola brasileira**

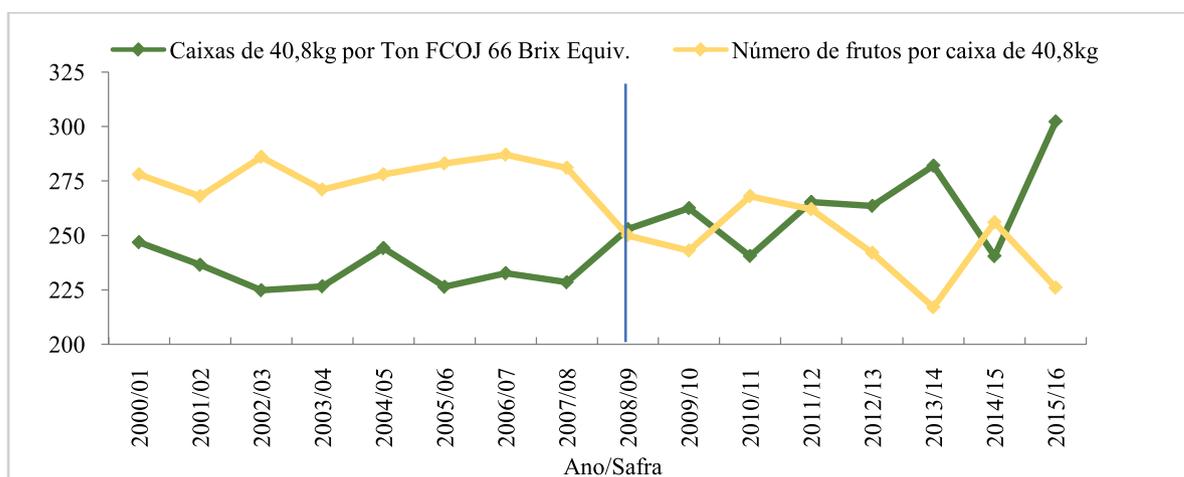
Segundo levantamento do IBGE, a safra de 2015 foi de aproximadamente 16.197.828 toneladas da fruta, em 688.248 hectares. O Estado de São Paulo é o maior produtor em uma área de 444.200 hectares, com a produção de 12 milhões de toneladas em 2015, com 70% da produção nacional (AGRIANUAL, 2017). A maior parte da produção, aproximados 70%, destina-se à exportação e 30% vão para o mercado interno (NEVES et al., 2013). O Brasil produz 50% da produção mundial de suco de laranja e exporta em alguns anos 98% do que produz, assim, liderando as exportações mundiais em suco de laranja (AGRIANUAL, 2017).

#### 4. Índices de produção

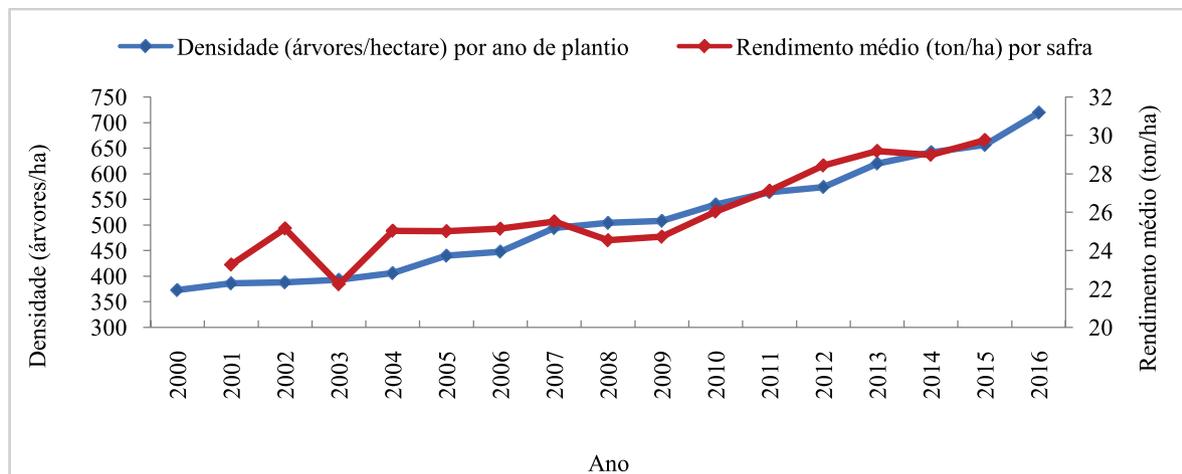
O teor de Sólidos Solúveis ( $^{\circ}$ Brix) é considerado um dos parâmetros de referência para a qualidade do suco e muito utilizado na indústria como indicativo de rendimento. Na Figura 1, é demonstrado o rendimento da indústria, no período de 2000 a 2016, baseado em caixas de 40,8 kg para a produção de uma tonelada suco concentrado equivalente a 66  $^{\circ}$ Brix por tonelada de FCOJ (*Fruit Concentrate Orange Juice*, suco concentrado de laranja) (CITRUS BR, 2017).

Observa-se uma clara tendência do aumento no número de caixas necessárias para atingir o padrão determinado de 66  $^{\circ}$ Brix por tonelada. Na safra 2000/01, eram necessárias cerca de 247 caixas. Por alguns anos, ocorreu uma redução no número de caixas até a safra 2007/08 – 228 caixas. A partir de 2008/09, esta situação se inverte na maioria das próximas safras, com os respectivos valores: 2008/09 – 253; 2009/10 – 262; 2010/11 – 240; 2012/13 – 263; 2013/14 – 282; 2014/15 – 240; 2015/16 – 302. Com exceção de duas safras 2010/11 e 2014/15, em especial esta última relacionada a um período de seca intenso (SILVA DIAS, 2014; NOBRE et al., 2016), as demais safras demonstraram uma forte tendência no aumento no número de caixas para atingir o parâmetro mencionado, comprometendo o rendimento da indústria. Os maiores valores em número de caixas foram observados nas safras 2013/2014 e 2015/2016, 14 e 22% superiores, respectivamente, ao valor inicial observado na safra 2000/2001.

Tamanho pode ser considerado um indicativo de qualidade do fruto. Frutos menores podem indicar stress hídrico e, por sua vez, frutos maiores, o contrário, excesso de hidratação e adubação. Ainda na Figura 1, observa-se uma redução no número dos frutos necessários para preenchimento de uma caixa de 40,8 kg. Na safra 2000/01 o número médio de frutos necessários para preencher uma caixa de 40,8 kg foi de 275, com uma tendência de manter este valor aproximado até 2007/08. A partir da safra 2008/2009, nota-se reduções no número de frutos, ou seja, frutos maiores. O menor número de frutos/caixa 40,8 kg observado foi na safra 2013/14, 22% inferiores à safra 2000/01. Importante ressaltar que, pelos resultados apresentados, a partir da safra 2008/2009, observa-se uma variação tanto para o rendimento industrial, como para o tamanho de frutos; ou seja, rendimento industrial em queda e frutos maiores, com oscilações ao longo das próximas safras. As razões para tal situação podem ser diversas, porém, nas próximas seções deste capítulo, são abordados índices climáticos, como número de dias superiores a 35  $^{\circ}$ C, como também pluviométricos; e observam-se alterações expressivas e conjunções com os dados da Figura 1.



**Figura 1.** Rendimento industrial no período de 2000 a 2016 em caixas de 40,8 quilos para a produção de uma tonelada suco concentrado equivalente a 66 $^{\circ}$  Brix (*Fruit Concentrate Orange Juice*, suco concentrado de laranja, FCOJ equivalente) (Fonte: Citrus BR (2017)); Número de frutos por caixa de 40,8 kg nas safras de laranja no período de 2000 a 2016 (Fonte: Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/Sudoeste mineiro. Retrato dos pomares em março/2015; Tamanho de fruto e taxa de queda de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/Sudoeste mineiro, abril de 2017: Fundecitrus)



**Figura 2.** Densidade dos pomares de laranja adultos e em formação, em árvores por hectare, por ano de plantio. Fonte: Inventário de árvores e estimativa de safra de laranja do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/Sudoeste mineiro, 2017/18 - Fundecitrus; Rendimento médio da produção de laranja (ton/ha) no Estado de São Paulo, no período de 2001 a 2015. Fonte: IBGE

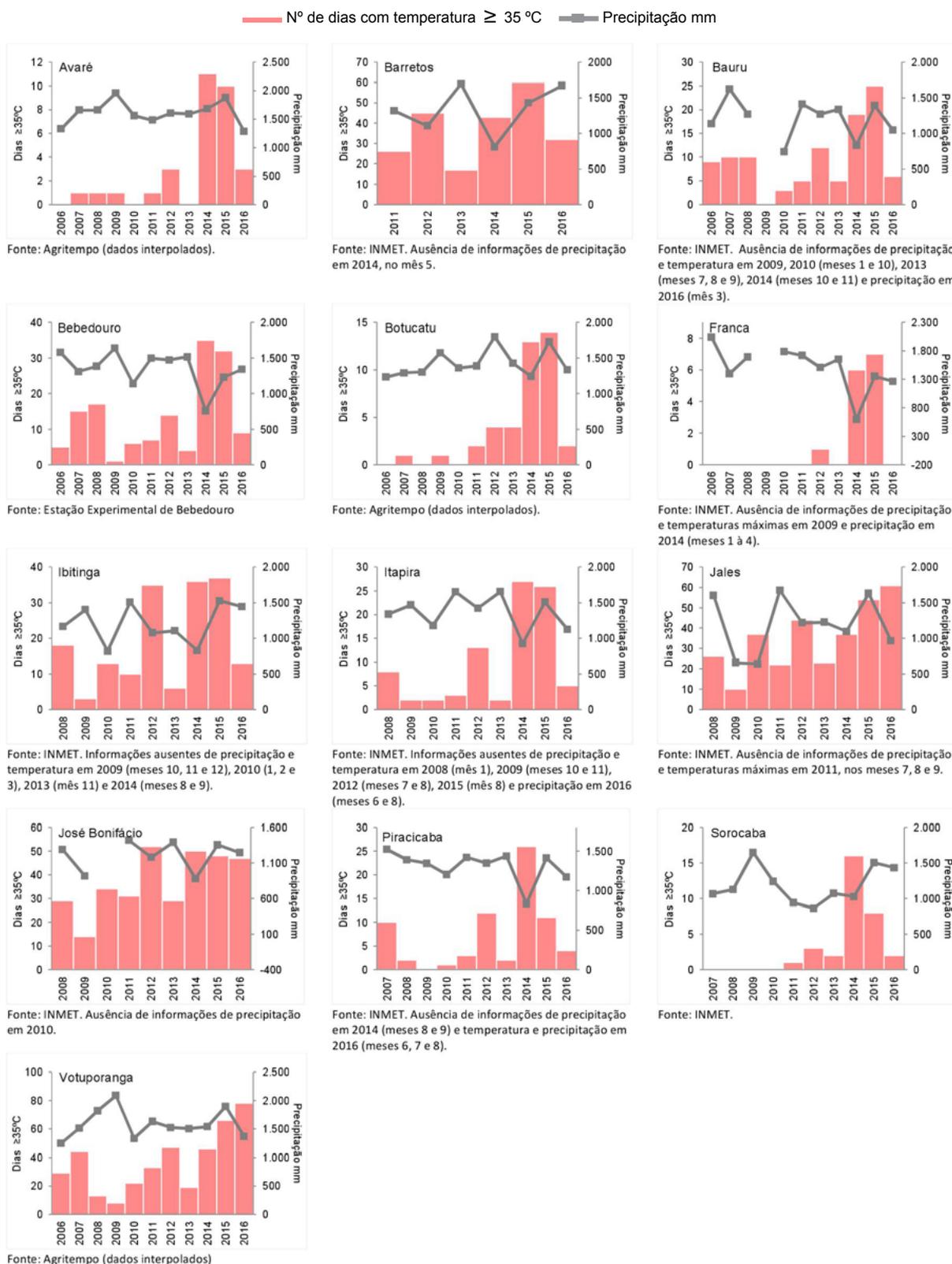
O rendimento médio da produção de citros (Kg/ha) aumentou progressivamente. Ele chegou ao ano de 2015 cerca de 22% superior ao valor inicial em 2000/01, o que pode ser explicado por um aumento na densidade de plantio nos pomares, árvores/hectare, alcançando quase o dobro no número de árvores/há em relação ao ano 2000, Figura 2.

Desta forma, comparando as Figuras 1 e 2, observa-se que na safra 2000/01 foram necessárias 246,87 caixas de 40,8 kg por ton FCOJ a 66 °Brix, o que equivaleria a 0,43 ha por ton FCOJ a 66 °Brix – considerando-se o rendimento médio de 23,27 ton/ha, no mesmo período. Em 2015/16, esse número passou a 302,25 caixas de 40,8 kg por ton FCOJ a 66 °Brix, e, se a densidade (árvores/ha) não tivesse sido elevada, considerando-se o mesmo rendimento médio de 2000/01, seria necessária uma área 22% maior para produzir 1 ton 66 °Brix em 2015/16.

#### 4.1. Variações climáticas nas principais regiões produtoras

Foi realizado levantamento nas principais regiões produtoras de laranja, e por meio de amostragem, para 13 municípios, foram levantados dados do INMET (2017) e Agritempo (2017), para pluviosidade média, e número de dias com temperaturas acima de 35°C, Figura 13. Observa-se claramente, para todos os municípios amostrados, um significativo aumento no número de dias com temperaturas acima de 35 °C. Para muitos municípios, esse incremento no número de dias, com temperaturas superiores a 35 °C, ocorreu a partir dos anos de 2011; ou mesmo 2012, sendo que em alguns casos esse índice até dobrou em importantes regiões citrícolas do Estado. Observa-se que o incremento no número de dias acima de 35 °C ocorre de forma distinta para cada município. Em especial, naqueles da região Norte do Estado, com maior incidência, tendem a ter um aumento maior do que aqueles com médias de temperaturas inferiores. Desta forma, a escala é diferenciada para cada município analisado. Temperaturas superiores a 35 °C, em especial aquelas contínuas, são consideradas danosas, pois podem causar dormência na árvore, abortamento e queda de frutos, influenciando a produção (REUTHER, 1977). Por sua vez, para vários municípios, o ano de 2008 ou 2009, pode ser considerado atípico, com aumento da pluviosidade e, a partir de então, incremento das oscilações dos índices pluviométricos. Deficiências hídricas afetam o florescimento e influenciam diretamente na produção (SENTELHAS, 2005). Ávila et al. (2011), analisando três municípios do Estado de São Paulo, São José do Rio Preto, Limeira e Araraquara, observaram aumento das temperaturas nas três localidades, em especial entre os meses de julho e setembro, e uma concentração das chuvas entre outubro e março, mas com manutenção do balanço hídrico. Assim, constando a presença de extremos, tanto em

temperatura, como pluviosidade, sendo as altas temperaturas responsáveis pelo déficit hídrico. Os autores concluem o aumento do risco de queda da produtividade nos municípios estudados.



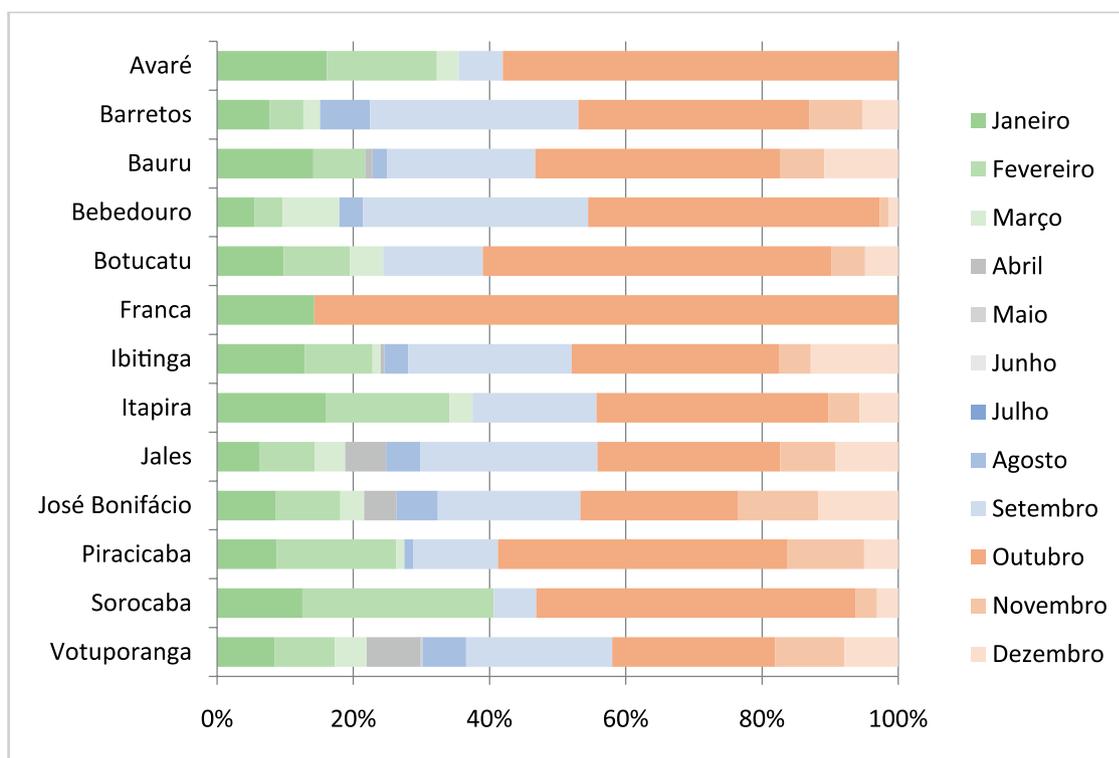
**Figura 3.** Número de dias superiores a  $35^{\circ}\text{C}$  e precipitação média anual para os municípios de Avaré, Barretos, Bauru, Bebedouro, Botucatu, Franca, Ibitinga, Itapira, Jales, José Bonifácio, Piracicaba, Sorocaba e Votuporanga, Estado de São Paulo

## 5. Índices de temperatura e precipitação referenciais em regiões produtoras citrícolas do Estado de São Paulo

Para uma avaliação mais precisa e extensão dos extremos climáticos, foram realizadas duas análises de dados que podem auxiliar na visualização de um panorama geral das alterações climáticas baseadas em extremos. Para tanto, foram compilados o número de dias acima de 35 °C e as médias mensais da distribuição da precipitação no período de 2006 a 2016 de 13 municípios do Estado de São Paulo, representando algumas das regiões produtoras citrícolas. Esses dados estão apresentados em gráficos, Figuras 4 e 5, número de dias acima de 35 °C e pluviosidade média, respectivamente, indicando a concentração desses eventos por município em porcentagem distribuída ao longo dos meses.

### Distribuição do número de dias com temperatura igual ou superior a 35°C, no período de 2006 a 2016

Conforme observado no item 4.1, o número de dias com temperaturas acima de 35°C aumentou consideravelmente nos últimos anos, mas outro aspecto importante apresentado nas figuras próximas refere-se à concentração desses dias, os quais estão localizados principalmente nos meses de outubro, novembro e dezembro. O mês de outubro é aquele que demonstra a maior concentração de número de dias com temperaturas acima de 35 °C para os municípios analisados.

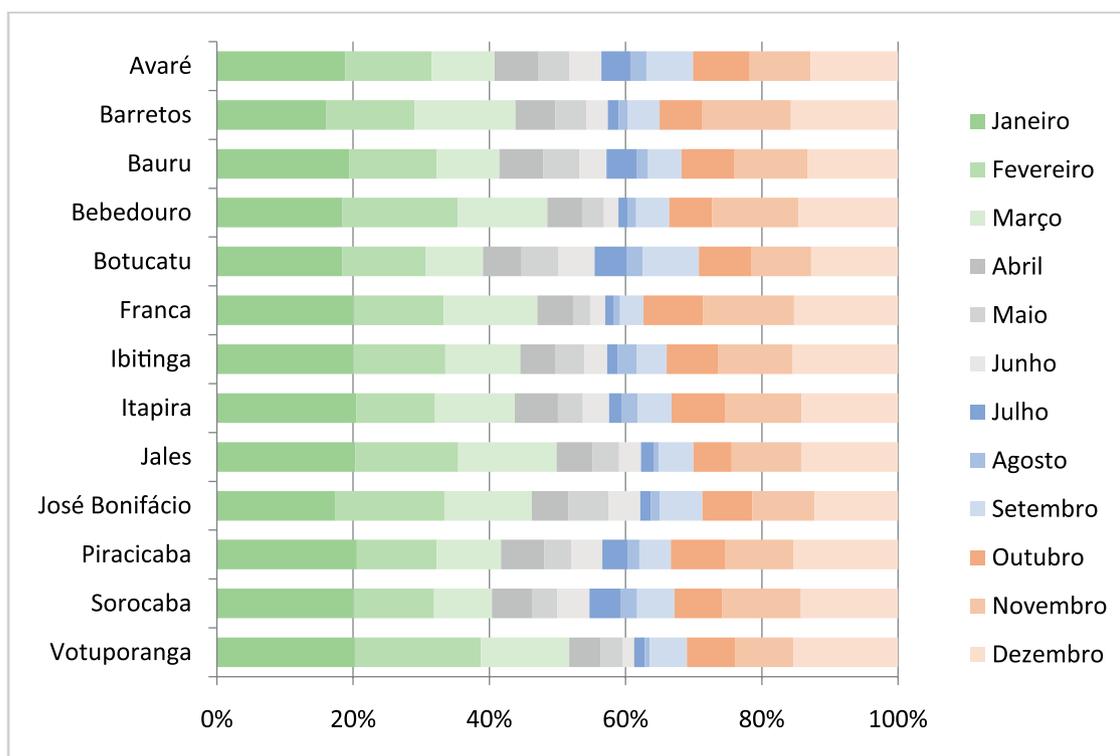


**Figura 4.** Distribuição (%) das ocorrências de temperaturas iguais ou superiores a 35 °C, em um histórico de 10 anos, em 13 municípios do Estado de São Paulo. Fonte: INMET (2017), Agritempo (2017), Estação Experimental de Bebedouro (2017)

### Índices pluviométricos

Observa-se uma clara concentração das chuvas para todos os municípios avaliados, nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, em especial nesses dois últimos, e uma menor porcentagem para setembro e outubro, comparativamente aos demais. Ou seja, uma distribuição mais desuniforme das

chuvas, o que, sem dúvida, influencia na produção agrícola, em especial para a citricultura, considerando meses críticos para demanda hídrica, setembro e outubro. Deficiências hídricas, aliadas a altas temperaturas podem causar queda de flores, abortamento, etc.



**Figura 5.** Distribuição (%) do volume médio de precipitação ao longo do ano em um histórico de 10 anos em 13 municípios do Estado de São Paulo. Fonte: INMET (2017), Agritempo (2017), Estação Experimental de Bebedouro (2017).

Para o desenvolvimento de citros, a temperatura ideal pode variar de acordo com a variedade e estágio de desenvolvimento (MACHADO et al., 2005a). A faixa ótima de temperatura está em torno de 25 e 30 °C (MACHADO et al., 2005a; MEDINA; MACHADO; GOMES, 1999; RIBEIRO et al., 2003). Temperaturas superiores influenciaram a capacidade fotossintética da planta (MEDINA; MACHADO; GOMES, 1999; RIBEIRO et al., 2003), com relatos de temperaturas próximas a 35 °C (MACHADO et al., 2005a) ou superiores (REUTHER, 1977). Nesta situação, observa-se uma redução na absorção de CO<sub>2</sub> (MACHADO et al., 2005a), a qual pode estar relacionada ao impedimento da abertura dos estômatos (MEDINA; MACHADO; GOMES, 1999).

Chmielewski, Müller e Bruns (2004) reportam que o aumento da temperatura global pode causar mudanças no comportamento das plantas. Altas temperaturas podem afetar a produção e qualidade dos citros, nas diferentes etapas, desde o início da formação dos frutos, em especial no início desta, com uma combinação de altas temperaturas e déficit hídrico (REUTHER, 1977). Sentelhas (2005) relata que deficiências hídricas afetam o florescimento e também a redução na produção em consequência de um decréscimo na absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente referente ao nitrogênio

## 6. Alguns desafios e caminhos futuros

A partir dos dados, das análises e das pesquisas apresentadas nesse capítulo, os anos de 2007 e 2008 estabelecem um “divisor de águas” quanto aos padrões de pluviosidade e número de dias com temperaturas acima de 35 °C (“ondas de calor”). A mudança dos padrões de pluviosidade pode se manifestar através da distribuição temporal e espacial de chuvas, dos ciclos sazonais, maiores frequências de granizos e

dos extremos: chuvas mais intensas ou estiagem prolongada (“veranicos”). Há claramente uma mudança de padrão nesses indicadores. Considerando-se que os citros são sensíveis a esses fatores de produção, quando se analisa o setor no Estado de São Paulo e levando-se em conta o número necessário de caixas para se completar 66 °Brix e, o número de frutos por caixa (Figura 1), o rendimento médio (kg/caixa) e a densidade de árvores (Figura 2), compõe-se um conjunto bastante robusto de indicadores. Constata-se, praticamente em todas as regiões, um deslocamento de cerca de dois meses do início da estação chuvosa, que se iniciava em setembro, mas que se trasladou para fins de outubro – início de novembro (Figura 5). Mais ainda, há uma superposição de indicadores nos meses de setembro e outubro apresentando máximos climáticos (pouca chuva e número elevado de dias com temperatura acima de 35 °C) (Figura 4). Tal conjunto permite observar tendências para os próximos anos e, como consequência, vislumbra-se a necessidade de se continuar a coleta de dados e aprofundar estudos e pesquisas em duas frentes, assim como ações envolvendo os produtores e a indústria no que se refere a:

- 1) Avaliar riscos e ou vulnerabilidades e impactos no sistema de produção frente aos extremos climáticos.
- 2) Desenvolver estratégias e avaliar as respectivas viabilidades, junto dos produtores e da indústria, visando à execução de propostas de manejo que contemplem a mitigação e ou a adaptação do sistema de produção citrícola do Estado de São Paulo ao problema dos extremos climáticos. Dessa forma, propõe-se implantar um conjunto de ações que permitam aumentar a resistência e a resiliência do setor citrícola no Estado de São Paulo aos extremos climáticos.

Considerando-se ainda a influência dos eventos extremos aqui avaliados, no que se refere ao aparecimento e manifestação de pragas e doenças, fica evidente o forte stress biótico (pragas e doenças) e abiótico (térmico e hídrico) que o sistema de produção citrícola do Estado de São Paulo está submetido. Ainda mais, tudo indica que essa tendência deva continuar nos próximos anos. Já há demonstrações claras de que o sistema não está sendo capaz de produzir °Brix por planta, por exemplo) como antes sob os novos padrões climáticos. Na hipótese bastante provável de que a atual tendência será mantida, é de se esperar que o sistema de produção vá, progressivamente, ao longo do tempo, perder resistência e resiliência, como já está ocorrendo. Ou seja, o sistema, frente aos estresses mencionados, está perdendo a capacidade de resistir às mudanças e de retornar às funções de modo a manter a produção, para fins industriais, nos mesmos níveis do passado. Estratégias importantes adotadas para o aumento de rendimento dos pomares como as do adensamento (mais plantas por área) apresentam limites e se mostram insuficientes para enfrentar a perda de °Brix por planta e, no cenário atual, a produção de °Brix por hectare deverá cair.

### **Redundância funcional, resistência e resiliência**

A biosfera terrestre composta dos três compartimentos principais: solo (litosfera), água (hidrosfera) e ar (atmosfera), e que interagem sinergicamente entre si, viabiliza ou não a vida e sua qualidade quando existente. A manutenção da biodiversidade na conservação dos ecossistemas terrestres e aquáticos e, por consequência, nos sistemas de produção agrícola é condição *sine qua non* para se alcançar critérios de sustentabilidade econômica, social e ambiental. Um elemento chave para se ampliar as possibilidades de manejo agrícola do ponto de vista do uso dos recursos naturais é considerar a diversidade do sistema de produção. A diversidade, expressa no número e tipos de funções que o sistema dispõe para o processo de produção, ou seja, sua complexidade, é um bom indicativo das opções de manejo que podem ser exploradas. Tais funções estão ligadas às componentes da comunidade de organismos vivos e outros elementos do sistema que podem ser utilizados, incluindo os fatores abióticos e os de natureza antrópica tornando-as repetitivas ou não, enriquecendo ou empobrecendo os referidos processos. A esse conceito foi atribuído o nome de redundância funcional. Portanto, as funções de superposição são componentes relevantes da dinâmica das comunidades e um conceito importante quando se consideram os efeitos de mudanças glo-

bais, como é o caso dos eventos climáticos extremos, na composição da comunidade e diversidade. Redundância funcional mais alta pode proteger os serviços ecossistêmicos quando a comunidade é alterada. Por exemplo, se um organismo é perdido ou decresce a sua abundância devido a um fator global, outra espécie que desenvolve o mesmo papel funcional pode garantir a manutenção daquela função. A natureza interativa dos organismos, se negativa ou positiva, varia entre sistemas e em resposta a diferentes estressores ambientais (ALLISON; MARTINY, 2008).

Estreitamente associados ao conceito de redundância funcional estão os conceitos de resistência e resiliência. De fato, a redundância funcional é frequentemente uma das razões para altos níveis de resistência de um sistema a um dado estressor. Entende-se aqui como resistência o quão fortemente uma comunidade (ou sistema) pode resistir a um estresse sem ser negativamente afetada, ou seja, o quanto, em função do tempo, ela resiste à mudança. Nesse caso, alta resistência significa baixa redução das funções ou inversamente, baixa resistência significa alta redução dessas. E, entende-se aqui como resiliência a manifestação do quanto rapidamente uma comunidade (ou sistema) pode se recuperar, em função do tempo, depois de ser negativamente afetada; ou seja, a capacidade dela retornar à função anterior. Portanto, alta resiliência significa grande recuperação, e baixa resiliência significa pequena recuperação (BUSCHBACHER, 2014).

Na medida em que os eventos extremos continuem a ampliar a pressão sobre os sistemas de produção citrícola do Estado de São Paulo, torna-se crescentemente importante entender a resistência e a resiliência associadas com diferentes comunidades de modo a conservar e otimizar os serviços ecossistêmicos que elas fornecem.

Dessa maneira, sugerimos algumas estratégias de mitigação e adaptação a serem potencialmente exploradas, nos próximos anos, visando ampliar a resistência e a resiliência do sistema de produção citrícola, no que se refere à produtividade, especialmente °Brix por hectare. Também indicamos a necessidade da coleta de mais dados e o aprofundamento de estudos e pesquisas capazes de gerar soluções tecnológicas e novos manejos que beneficiem os produtores e a indústria citrícola do ESP. Em Reuther (1973, 1977) e Mattos Jr. et al. (2005), são apresentadas importantes contribuições científicas e revisão da literatura referentes à cultura dos citros, sendo algumas parcialmente aproveitadas nos próximos itens desse capítulo.

### **Redução do estresse hídrico e térmico**

Estresses térmicos e hídricos estão diretamente relacionados com a antese e com a fixação dos frutos. Conforme relatado em Sentelhas (2005) a antese surge após o período de indução e diferenciação, quando existirem condições térmicas e hídricas favoráveis. Nas regiões de clima tropical, onde há estiagem durante certa época do ano e não ocorre variação sazonal das condições térmicas, o florescimento irá se dar sempre após o restabelecimento das chuvas. O período de fixação dos frutos é bastante extenso, iniciando-se logo após a polinização. Ao longo da fase de crescimento do fruto, é relativamente difícil identificar as causas responsáveis pela sua queda, haja vista que as plantas de citros se adaptam a uma grande diversidade de condições climáticas (REUTHER, 1977). Fatores de ordem fisiológica, ambiental e fitossanitária (pragas e doenças), no entanto, são os principais responsáveis. Na primeira fase, de seis a oito semanas após a antese, a abscisão de pequenos frutos se dá em razão de sua formação defeituosa e também de altas temperaturas (REUTHER, 1977). Após esse período, os frutos remanescentes continuam sofrendo abscisão durante cerca de dois a três meses, sendo o processo, nessa fase, influenciado principalmente pela combinação de alta temperatura do ar (>35-40 °C), baixa umidade relativa e intensa velocidade do vento. Após esse período, no final da primavera e no início do verão, entre novembro e dezembro no hemisfério Sul, verifica-se grande queda de frutos, de diâmetro de 0,5 a 2 cm, provavelmente relacionada à competição por carboidratos, água, hormônios e outros produtos metabólicos, sendo ainda influenciada por temperaturas elevadas, entre 35 e 40 °C e pela baixa umidade do solo (REUTHER, 1977). Essa queda

de frutos é conhecida como “November drop” no Sul, ou, ainda, como *physiological drop*, ou seja, “queda fisiológica”. Após esse período, a queda de frutos diminui drasticamente, surgindo somente sob condições climáticas extremas, que combinem elevadas temperaturas, baixa umidade do ar e intenso déficit hídrico.

Segundo Pires et al. (2005), a irrigação possibilita o aumento de produtividade pelo adequado fornecimento de água, proporciona melhor desenvolvimento das plantas, maior pegamento de flores e frutos e redução da queda de “chumbinhos”, melhor qualidade dos frutos e maior quantidade de óleo na casca. Entretanto, a resposta dos citros a essa técnica depende do fornecimento de água nos diferentes estádios fenológicos e nos ciclos de crescimento anteriores. A irrigação, dependendo das condições climáticas do ano, ainda pode favorecer a concentração da florada e, conseqüentemente, da colheita, facilitando a condução da cultura, reduzindo custos e favorecendo a maior produção de frutos viáveis.

De modo geral, com relação à sanidade da cultura, a técnica pode diminuir a ocorrência de doenças, proporcionando maior equilíbrio às plantas associado ao estado hídrico e nutricional, especialmente quando a irrigação estiver associada à fertirrigação.

A citricultura irrigada tem-se desenvolvido em vista dos resultados econômicos positivos obtidos. Entretanto, os cuidados necessários nas etapas de planejamento, operação, manutenção e manejo ainda não foram amplamente adotados. Por essa razão, o resultado potencial devido à irrigação pode ainda não ter sido alcançado em grande parte das áreas irrigadas. Sua adoção deve ocorrer estando as demais práticas culturais adequadas no pomar, pois o sucesso da técnica está diretamente relacionado ao potencial produtivo da área em questão. Irrigar pomares formados com muda de baixa qualidade, com tratamentos culturais inadequados, em solos de baixa fertilidade, a resposta pelo seu uso será restrita e condicionada às limitações impostas. Cabe salientar que, em anos com boa distribuição pluvial, os déficits hídricos serão pequenos, havendo pouca necessidade de complementação de água via irrigação. Portanto, uma alternativa é se utilizar de sistemas de irrigação para construir estratégias que permitam antecipar a irrigação fora dos períodos críticos de calor ou manter nível ótimo de irrigação durante esses eventos.

Segundo Soares (2012), afóra o uso de porta-enxertos mais tolerantes à seca e o uso de irrigação, trabalhos recentes em andamento focam práticas complementares como uso de reguladores de crescimento para fixação de frutos, uso de caulim ou outras substâncias protetoras para aumentar a reflexão/reduzir temperatura foliar ou uso de telas de proteção sobre o pomar (GIRARDI, comunicação pessoal, 2017). Essas práticas ainda não são de uso comercial, e diversos resultados estão relatados em periódicos.

Vale a pena notar que a irrigação era usada em 5% da área plantada de citros em SP até início dos anos 2000 e hoje já é usada em 25% da área (FUNDECITRUS, 2017). Essa tendência deve continuar crescendo. Também é válido considerar, principalmente em solos arenosos, práticas que incorporem matéria orgânica, de maneira a aumentar a capacidade de retenção de água e perda da mesma por evapotranspiração ou evaporação, no caso de áreas com solos sem cobertura vegetal.

### **Melhoramento genético clássico e biotecnológico**

Algumas pesquisas envolvendo melhoramento genético clássico e biotecnologia estão em curso, no Brasil. O melhoramento genético de citros para resistência à seca existe, especialmente para porta-enxerto. É, por exemplo, o principal objetivo do Programa de Melhoramento de Citros (PMG) da Embrapa iniciado em 1988. Conforme Machado et al. (2005b) ao abordar o melhoramento de citros, é importante destacar que ele deve, necessariamente, incluir copa, porta-enxerto e suas interações.

Muitas características são comuns às diversas espécies de citros, outras devem levar em consideração somente uma ou outra unidade que constitui a planta. Se, por um lado, a hibridação sexual é uma estratégia de acessar e potencializar a variabilidade genética do grupo, a hibridação somática tornou-se importante ferramenta para fixar fenótipos aditivos. Não sem importância devem, também, ser considerados os trabalhos de seleção massal de mutantes somáticos ou de híbridos pelos quais tantas variedades já foram selecionadas para a citricultura.

Em todo o mundo, as áreas de cultivo de citros são determinadas conforme as limitações climáticas e de solo predominantes em cada região. Entre as principais características estão a temperatura, a precipitação e o grau de salinidade do solo.

Entretanto, programas de melhoramento em citros que visem conferir às plantas a capacidade de tolerar tais restrições enfrentam problemas de limitação botânica e, também, de natureza genética: trata-se de caracteres de herança quantitativa, já que a maioria das respostas a fatores ambientais (abióticos) está associada a vários genes atuando simultaneamente. Quanto ao emprego da biotecnologia, os mesmos autores (MACHADO et al., 2005b) ressaltam que a obtenção de plantas de citros geneticamente modificadas ou transgênicas oferece vantagens sobre os métodos convencionais de melhoramento, tais como possibilitar a introdução de material genético em situações em que os organismos são incompatíveis (espécies, gêneros, famílias e até mesmo reinos diferentes); reduzir o tempo de obtenção de variedade melhorada e restringir a adição de genes indesejáveis em programas de melhoramento eliminando os efeitos da heterozigosidade dos cruzamentos sexuais, entre outros. Ainda, conforme Machado et al. (2005b), o melhoramento genético de citros permanecerá no campo dos desafios à genética, mesmo que grande volume de informações seja agregado sobre esse grupo. Por ser uma planta lenhosa exótica (com propagação vegetativa eficiente, com alta capacidade adaptativa em diferentes condições edafoclimáticas), e por ser, antes de tudo, uma planta cujo produto está inserido na cadeia de produção de uma commodity (suco congelado concentrado), faz com que as demandas da cadeia produtiva sejam sempre no sentido de solucionar problemas impostos pelo próprio tamanho da citricultura—problemas quase sempre pontuais, emergenciais e sem o devido planejamento técnico-científico e temporal. Como em qualquer outra área da ciência, o aprofundamento do conhecimento sobre genética e genômica dos citros conduzirá à proposta de solução dos desafios atuais da citricultura, permitindo ganhos e manutenção de produtividade com risco ambiental mínimo.

Porém, faz sentido salientar que melhoramento para estresse térmico, em nível de resposta da variedade copa, não existe no mundo. Há diversidade genética disponível em citros relativamente interessante para essa exploração, porém deve ser de difícil execução técnica (resposta bastante específica decorrente de um estresse muito agudo e momentâneo) e sucesso no caso de citros, que são perenes (melhoramento demorado), e com mercado consumidor muito conservador (basicamente teria que ser a mesma laranja de hoje, mas sem queda de frutos por calor —algo mais restrito de ser atingido).

Por isso que, em princípio, a solução mais próxima seria via manejo/mitigação do estresse. As pesquisas com citros transgênicos são voltadas, majoritariamente, para resistência a doenças e pragas, tanto no Brasil como no mundo. Vale lembrar que os principais polos de citros estão em áreas irrigadas e/ou de clima mais mediterrâneo, apesar de China, Índia e México serem também grandes produtores. Em todas as regiões, em geral, os problemas fitossanitários são ainda considerados mais importantes aos citros do que a questão hídrica e térmica. Há, no entanto, estudos com tolerância à seca também. Por exemplo, no Programa de Melhoramento Genético de Citros da Embrapa há um Plano de Ação focado em transgenia para resistência à seca em porta-enxertos de citros, em parceria com a UESC (GIRARDI, 2017).

### **Sistemas integrados de produção**

A consorciação com outras árvores pode ser mitigadora (STUCHI; GIRARDI, 2010), mas é um sistema de produção ainda restrito ao Norte e Nordeste do País; já no cinturão industrial não tem sido amplamente usado. Por outro lado, os estudos em curso com adensamento de plantio de citros (RAMOS et al., 2015; SILVA et al., 2013) podem ser utilizados para avaliar também diferenças microclimáticas que poderiam ser úteis no auxílio à mitigação do estresse térmico.

Certamente uma das experiências envolvendo citros mais ousadas, em curso, no Estado de São Paulo, está ocorrendo na Fazenda da Toca, empresa privada de São Paulo. Nessa propriedade, está sendo demonstrada a viabilidade da agrossilvicultura — o cultivo de árvores em conjunto com culturas agrícolas,

incluindo citros, Figuras 6 e 7, ou com criação de animais— de grande escala, inclusive em terras com solo altamente degradado. Segundo o Banco Mundial, o empreendimento pode pôr fim ao mito de que a agrossilvicultura, em grande escala, é demasiadamente cara e requer mão de obra intensiva para atrair o setor privado (FAZENDA DA TOCA 1, 2017; FAZENDA DA TOCA 2, 2017).

Esse é um daqueles casos em que a experimentação prática (como foi o caso do plantio direto) está à frente da pesquisa. É importante observar que hoje o plantio direto ocupa cerca de 35 milhões de hectares no Brasil e o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), com início de implantação há menos de uma década, cerca de 11 milhões e meio de hectares, segundo os levantamentos mais recentes. O Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono), composto de sete programas, é parte da Política Agrícola e visa estimular manejos que reduzam as emissões de gases do efeito estufa, com a adoção de tecnologias mitigadoras como iLPF e Sistemas Agroflorestais, fixação biológica de nitrogênio, plantio direto e ações de adaptação às mudanças climáticas (PLANO ABC, 2017). Isso demonstra que novos sistemas de produção podem ser viáveis, desde que apoiados pela pesquisa e levados a cabo por empreendedores, como poderá ser o caso da agrossilvicultura com citros, nos próximos anos.



**Figura 6.** Culturas mistas: na Fazenda da Toca, bananeira, laranjeira, eucalipto e braquiária formam um sistema simbiótico de agricultura (FAZENDA DA TOCA 3, 2017).



**Figura 7.** Eucalipto e citros em cultura mista

### **Novas oportunidades a partir da instrumentação, da conectividade e da agricultura inteligente**

A internet das coisas (IoT), aliada a sensores, já presente no meio industrial e chegando à área urbana, viabilizará no campo agrícola a obtenção de dados detalhados, em tempo real ou quase real, das condições do solo (física, química e biológica), da cultura (estado nutricional, disponibilidade de água, doenças, invasoras), do animal (saúde, bem-estar, parasitas), das máquinas e implementos (desempenho, consumo, produtividade, eficiência) e do clima, por exemplo.

A Agricultura Inteligente (Smart Agriculture), Figura 8, também chamada de Agricultura 4.0 ou Agricultura Digital, preconiza a junção da instrumentação agropecuária, nanotecnologia, biotecnologia, TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) e ciências cognitivas para criar condições de utilização plena da inteligência oriunda da pesquisa científica e do conhecimento tácito dos produtores (SMART AGRI, 2017). A inteligência artificial, a robótica, a impressão 3D, os veículos autônomos, a computação nas nuvens, a nanotecnologia, a fenotipagem de plantas, são novidades e oportunidades tecnológicas que já estão alcançando os laboratórios e campos agrícolas e se somando aos ingredientes da agricultura inteligente e da agricultura de precisão. Outra vertente que ganha impulso e que se alinha a essa mesma temática é o da automação, considerando-se que há cada vez menos gente no campo, tornando a mão de obra escassa e onerosa. Na etapa de sensoriamento e coleta de dados, pode-se incluir uma série de resultados já existentes como: imagens aéreas de alta resolução (Veículos Aéreos Não Tripulados - Vants) no espectro visível e/ou hiperespectral; fluorescência induzida por laser (doenças de plantas, inclusive citros); espectroscopia de plasma induzida por laser (NPK e C); condutividade elétrica do solo (zonas de manejo); medida de compactação do solo; medida de propriedades físicas; condições físicas do animal; umidade e íons presentes no solo. Em resumo, uma série de metodologias não convencionais e instrumentos que

permitem conhecer espaço-temporalmente às variáveis de estado do solo, da cultura, do animal e do clima. Por meio de técnicas de “Big Data” e aprendizado de máquina, o expressivo volume de conhecimentos já desenvolvidos para o setor citrícola, nas nossas condições, tornar-se-á um super cérebro virtual embarcado, materializado na Figura 8 como a fase de análise agrícola. Desse modo, um gigantesco e complexo conjunto de dados visivelmente desconexos, sob a ótica da estatística clássica, passa a fazer pleno sentido para que o gestor da produção possa tomar decisões racionais na trilha da competitividade e sustentabilidade (NAIME; CRESTANA, 2017). E, dessa maneira, utilizar favoravelmente a complexidade para manejar mais eficiente e sustentavelmente o sistema de produção citrícola, por exemplo, aumentando sua resistência e resiliência aos extremos climáticos.



**Figura 8.** Instrumentação e Conectividade na Agricultura Inteligente.  
Fonte: Naime, Crestana, ABC, 2017.

A África do Sul é um bom exemplo de um país tropical que está colocando em prática o uso de tecnologias da Agricultura Inteligente para mitigar e adaptar o setor citrícola aos eventos climáticos através do projeto chamado SmartAgri.

## 7. Agradecimentos

Os autores agradecem a Adriano Franzoni Otavian, Analista Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP, pelo auxílio na disponibilização dos dados climáticos aqui apresentados e ao pesquisador Eduardo Augusto Girardi, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, pela colaboração e sugestões.

## Referências

- ALLISON, S. D.; MARTINY, J. B. Resistance, resilience, and redundancy in microbial communities. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 105 (Supplement 1), p. 11512-11519, 2008
- AGRIANUAL 2017. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2015. 472 p.
- AGRITEMPO. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- ÁVILA, A. M. H. de; ROMANI, L. A.; GONÇALVEZ, R. R. V.; COLTRI, P. P.; PINTO, H. S. O efeito das mudanças climáticas na produção de citros para algumas localidades do estado de São Paulo. **Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. Guarapari – ES, 2011. p 1-5.
- BUSCHBACHER, R. A Teoria da resiliência e os sistemas socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível? **Boletim regional, urbano e ambiental**. IPEA: - , 2014.
- CHMIELEWSKI, F. M.; MÜLLER, A.; BRUNS, E. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961–2000. **Agricultural and Forest Meteorology**, v 121, n. 1, p.69-78, 2004.
- CITRUS BR. Disponível em:<<http://citrusbr.com/safras/>>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- DAMATTA, F. M.; GRANDIS, A.; ARENQUE, B. C.; BUCKERIDGE, M. S.. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. **Food Research International**, v. 43, n. 7, p. 1814-1823, 2010.
- DE CARVALHO, J. R. P; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, S. R. M.; DA SILVEIRA PINTO, H. Estimation of dry spells in three Brazilian regions—Analysis of extremes. **Atmospheric research**, v. 132, p. 12-21, (2013).
- DE OLIVEIRA SERRÃO, E. A.; DOS SANTOS, C. A.; WANZELER, R. T. S.; DE LIMA, A. M. M. Avaliação da seca de 2005 e 2010 na Amazônia: Análise da bacia hidrográfica do rio Solimões. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 9, n. 2, p. 5-20, 2015.
- DIFFENBAUGH, N. S.; PAL, J. S.; TRAPP, R. J.; GIORGI, F. Fine-scale processes regulate the response of extreme events to global climate change. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 44, p. 15774-15778, 2005.
- EASTERLING, D. R.; EVANS, J. L.; GROISMAN, P. Y. Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events : A Brief Review. **AMS**, p. 417–425, 1999.
- ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CITRICULTURA DE BEBEDOURO. Disponível em:<[www.estacaoexperimental.com.br/](http://www.estacaoexperimental.com.br/)>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- FAZENDA DA TOCA 1. Disponível em:<<http://www.organicnet.com.br/2016/07/fazenda-mostra-viabilidade-da-agrossilvicultura-de-grande-escala/>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

- FAZENDA DA TOCA 2. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/banco-mundial-fazenda-em-sp-mostra-viabilidade-da-agrossilvicultura-de-grande-escala/>>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- FAZENDA DA TOCA 3. Disponível em: <<http://www.organicnet.com.br/2017/03/a-utilizacao-de-culturas-mistas-na-fazenda-da-toca/>>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- FERNANDES, W. R.; MARTINS, M. E. A.; SILVA, A. L. V. **Colheita de Laranja: O Negócio.** Instrumentação em tecnologia pós-Colheita em frutas e hortaliças. -: Ed. M. D. Ferreira, 2017.
- FUNDECITRUS. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro:** retrato dos pomares em março de 2017. Araraquara, São Paulo: Fundecitrus, 2017
- GIRARDI, E. A., 2017. Comunicação pessoal fornecida em Araraquara, SP, no dia 10.07.2017.
- INMET. Dados das estações automáticas. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>>. Acesso em: 2016.
- KATZ, R. W.; BROWN, B. G. Extreme events in a changing climate: variability is more important than averages. **Climatic change**, v. 21, n. 3, p. 289-302, 1992.
- LIU, C.; ALLAN, R. P. Observed and simulated precipitation responses in wet and dry regions 1850–2100. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 3, 2013.
- MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005a.
- MACHADO, M. A.; M. CRISTOFANI; DO AMARAL, A.M.; DE OLIVEIRA, A.C., 2005b. Genética, melhoramento e biotecnologia de citros. Cap. 9, p. 221-277. In: MATTOS JUNIOR, D. (Org.); NEGRI, J. D. (Org.) ; PIO, R. M. (Org.) ; POMPEU JUNIOR, J. (Org.). **Citros**. 1a ed. Cordeiropolis, SP: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, v. 1, p. 929, 2005b.
- MATTOS JUNIOR, D. (Org.); NEGRI, J. D. (Org.); PIO, R. M. (Org.); POMPEU JUNIOR, J. (Org.). **Citros**. 1a ed. Cordeiropolis, SP: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, v. 1, p. 929, 2005.
- MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeiras ‘Valência’ sob deficiência hídrica. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 11, p.29-34, 1999.
- MORETTI, C. L.; MATTOS, L. M.; CALBO, A. G.; SARGENT, S. A. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: a review. **Food Research International**, v. 43, n. 7, p. 1824-1832, 2010.
- NAIME, J.M.; S. CRESTANA. Instrumentação, Conectividade e Agricultura Inteligente. **Academia Brasileira de Ciências**, 2017.
- NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; KALAKI, R. B.; LOPES, F. F. Competitiveness of the orange juice chain in Brazil. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 16, n.4, 141-158, 2013.
- NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, L. A.; ALVES, L. M. Some characteristics and impacts of the drought and water crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 8, n. 02, p. 252, 2016.

PALMER, T. N.; RÄISÄNEN, J. Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate. **Nature**, v. 415, n. 6871, p. 512-514, 2002.

PLANO ABC. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

PIRES, R.C. de Matos; D.J.F.; LUCHIARI, F.B.; ARRUDA; MOSSAK, I. Irrigação, cap. 13, p. 370-408. In: MATTOS JUNIOR, D. (Org.); NEGRI, J. D. (Org.); PIO, R. M. (Org.); POMPEU JUNIOR, J. (Org.). **Citros**. 1a ed. Cordeiropolis, SP: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, v. 1, p. 929, 2005..

RAMOS, Y. C.; STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; GESTEIRA, A. D. S.; PASSOS, O.; SOARES FILHO, W. D. S. 2015. Dwarfing root stocks for Valencia Sweet Orange. Proc. XII th Intl. Citrus Congress. Eds.: B. Sabater-Muñoz et al. **Acta Hort.** **1065**, ISHS 2015.

REUTHER, W. Citrus. In: ALVIM, P.; KOZLOWSKI, T. T. **Ecophysiology of tropical crops**. London: Academic Press, 1977. p. 409-439.

\_\_\_\_\_. Climate and citrus behavior. **The citrus industry**, v. 3, p. 280-337, 1973.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F. D.; PIMENTEL, C. High temperature effects on the response of photosynthesis to light in sweet orange plants infected with *Xylella fastidiosa*. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 15, n. 2, p. 89-97, (2003).

SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia dos citros, cap. 11, pgs 318-344. In: MATTOS JUNIOR, D. (Org.); NEGRI, J. D. (Org.); PIO, R. M. (Org.); POMPEU JUNIOR, J. (Org.). **Citros**. 1a ed. Cordeiropolis, SP: Centro APTA Citros Sylvio Moreira, 2005. p. 929-2005. v. 1.

SILVA DIAS, M. A. F. Eventos climáticos extremos. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 33-44, 2014.

SILVA, S. D.; STUCHI, E. S.; GIRARDI, E. A.; CANTURIAS-AVILÉS, T.; BASSAN, M. M. Desempenho da tangerineira ‘Span Americana’ em diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1052-1058, 2013.

SMART AGRI. Disponível em: <<http://www.greenagri.org.za/assets/documents-/SmartAgri/Briefs-/4-Brief-for-the-Citrus-sector.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

SOARES FILHO, W. dos S. (Ed.). **Reunião técnica: obtenção, seleção e manejo de variedades porta-enxerto de citros adaptadas a estresses abióticos e bióticos**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 200).

STUCHI, E. S. S.; GIRARDI, E. A. Use of horticultural practices in citriculture to survive Huanglongbing. Série documentos Embrapa, **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, 68 p., 2010. ISSN 1809-4996.