

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Determinantes da adoção de irrigação por citricultores da região centro-norte do Estado de São Paulo<sup>1</sup>**

**Tese de doutorado**

**Fabiana Ribeiro Rossi**

**Orientador: Prof. Dr. Hildo Meirelles de Souza Filho**

**SÃO CARLOS - SP**

**2017**

---

<sup>1</sup> Este trabalho recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por meio do instrumento de auxílio regular de pesquisa (projeto 2013/06169-7).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Determinantes da adoção de irrigação por citricultores da região centro-norte do Estado de São Paulo**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos para a obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção, na área de concentração de Gestão de Sistemas Agroindustriais.

**Orientador: Prof. Dr. Hildo Meirelles de Souza Filho**

SÃO CARLOS - SP

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

---

Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Fabiana Ribeiro Rossi, realizada em 30/03/2017:

---

Prof. Dr. Hildo Meireles de Souza Filho  
UFSCar

---

Prof. Dr. José Maria Ferreira Jardim da Silveira  
UNICAMP

---

Prof. Dr. Luiz Fernando de Oriani e Paulilo  
UFSCar

---

Profa. Dra. Maria Beatriz Machado Bonacelli  
UNICAMP

---

Prof. Dr. Mario Otavio Batalha  
UFSCar

## **DEDICATÓRIA**

“Na vida, não vale tanto o que temos, nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós” (Chico Xavier).

**Dedico este trabalho aos meus pais, Cláudio e Vera, com amor.**

## AGRADECIMENTOS

Na longa e intensa jornada de se escrever uma tese, a ajuda alheia é imprescindível para que cheguemos até o fim.

Não posso deixar de agradecer às pessoas e às instituições que foram fundamentais para essa conquista profissional e pessoal.

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Cláudio e Vera, pelo amor incondicional. Obrigada por sempre me apoiarem e serem meu porto seguro.

Agradeço à minha irmã e cunhado, Ana e Thales, e ao meu sobrinho, Cássio; gordinho a sua chegada com certeza tornaram nossos dias mais felizes e mais leves.

Agradeço aos amigos para vida toda que fiz em São Carlos e a todos os meus amigos. Obrigada pelos momentos felizes e pelo conforto nos momentos difíceis.

Agradeço aos amigos do GEPAI pela ótima convivência, troca de experiências e muitos cafezinhos. Um especial agradecimento à Cris, muito obrigada por tudo.

Agradeço à Universidade Federal de São Carlos, ao Departamento de Engenharia de Produção e aos funcionários e professores do DEP/UFSCar por terem me auxiliado e me proporcionado as bases físicas e intelectuais.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Hildo, por toda a ajuda, paciência, dedicação e disposição. Tenho muita admiração pelo seu trabalho.

Agradeço aos professores Mário Otávio Batalha (DEP/UFSCar), Luiz Fernando de O. e Paulillo (DEP/UFSCar), José Maria Ferreira Jardim da Silveira (IE/UNICAMP) e a professora Maria Beatriz Machado Bonacelli (DPCT/IG/UNICAMP) pela participação nas bancas de qualificação e defesa e pelas importantes considerações para este estudo.

Agradeço à CAPES e à FAPESP pela concessão das bolsas de estudos no Brasil e no exterior e pelo auxílio para a realização da pesquisa de campo.

Agradeço ao Marcelo José Carrer pela parceria e companheirismo durante a extensa pesquisa de campo.

Agradeço a todos os citricultores que participaram das entrevistas. Muito obrigada por acreditarem neste estudo. Espero que o mesmo possa contribuir para fortalecer a citricultura paulista. Agradeço também aos presidentes de sindicatos e de cooperativas e aos fornecedores de insumos que nos auxiliaram na condução da pesquisa de campo.

Agradeço à Universidade de Nebraska-Lincoln (UNL) e ao Departamento de Economia Agrícola (*Agricultural Economics-Filley Hall*), onde tive a oportunidade de fazer meu doutorado sanduíche. Agradeço aos meus orientadores no exterior, Richard K. Perrin e Lilyan E. Fulginiti, por todo o apoio, receptividade e valiosas sugestões para esta pesquisa.

Agradeço aos amigos que fiz enquanto estive em Nebraska, a amizade de vocês com certeza tornou os meus dias mais felizes em Lincoln e deixou em mim uma imensa saudade de lá.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço à cidade de São Carlos, onde morei por seis anos. Sentirei saudades!

## RESUMO

A citricultura paulista é uma atividade muito importante para a economia do Brasil devido, principalmente, à geração de empregos no campo e à expressiva participação do suco de laranja nas exportações nacionais. Apesar da pujança produtiva e estabilidade econômica que marcaram o início da consolidação do Complexo Agroindustrial Citrícola Paulista em meados da década de 80, os últimos 25 anos foram marcados por uma conjuntura econômica bastante desfavorável aos citricultores, resultando na perda de sua lucratividade e no êxodo de muitos produtores da atividade. Uma possível solução está na mudança dos padrões tecnológicos existentes nos pomares de laranja, que leve a um aumento de produtividade e, por conseguinte, uma redução dos custos de produção por área, elevando ou, ao menos, estabilizando as receitas dos produtores. A irrigação tem sido apontada na literatura como uma tecnologia agrícola capaz de proporcionar vários benefícios aos pomares de laranja, desde o desejado aumento da produtividade até melhorias nas características tecnológicas dos frutos. Entretanto, essa tecnologia ainda é pouco difundida nos pomares paulistas. Esta tese identifica e analisa os fatores determinantes da adoção de irrigação na citricultura paulista, utilizando uma amostra representativa de 98 citricultores localizados no centro-norte do Estado de São Paulo. Os citricultores da amostra foram entrevistados utilizando um questionário semi-estruturado e os dados primários foram analisados por meio de estatísticas descritivas, testes de hipóteses e modelos econométricos *double-hurdle*. Os resultados mostraram que a participação em cursos de irrigação e em associações de produtores, a maior fertilidade dos solos das propriedades de laranja, a alta dependência da atividade citrícola, o uso de ferramentas de gestão sofisticadas e o acesso ao crédito rural afetam de forma positiva e significativa a adoção de irrigação. Os citricultores irrigantes vendem sua produção, principalmente, para o mercado de frutas frescas usando mercado *spot* e, portanto, fazem um menor uso de contratos de venda. A porcentagem de área irrigada das fazendas de laranja também é influenciada positivamente pela participação em cursos de irrigação e pela alta dependência da atividade citrícola. As propriedades de laranja que usam a irrigação mais intensamente nos pomares têm uma estrutura produtiva com menos variedades de laranja, pomares mais densos e solos menos férteis. Esses produtores vendem a produção, principalmente, através da utilização de contratos de venda com a indústria processadora. Esse mecanismo pode oferecer certa segurança quando se deseja intensificar o uso da irrigação nas propriedades.

**Palavras-chave:** Citricultura. Adoção de tecnologia. Irrigação. *Double-Hurdle*.

## **ABSTRACT**

The orange activity of the State of Sao Paulo is very important for the Brazilian economy due mainly to job creation and for the expressive participation of the orange juice in national exports. In spite of the major growth and the economic stability faced by the Sao Paulo's Citrus Agro industrial Complex during its consolidation in the mid-1980s, the last 25 years were marked by an economic environment very unfavorable to the orange growers, resulting in the loss of their profitability and the exodus of many producers from the orange production activity. One possible solution is a technological change in the orange orchards, leading to an increase in their productivity reducing the production costs per area. Thus, the producers' incomes can raise or at least stabilize. Irrigation has been pointed out in the literature as an agricultural technology capable of providing several benefits to orange orchards, from the desired increase in productivity to improvements in fruit quality. However, this technology is still not widespread in the orange orchards of São Paulo. This thesis identify and analyse the determinants of the adoption of irrigation in the orange orchards of São Paulo, using a representative sample of 98 orange growers located in the center-north region of the state. The orange growers of the sample were interviewed using a semi-structured questionnaire and the primary data were analyzed by means of descriptive statistics, hypothesis test and double-hurdle econometric models. According to the results the participation in irrigation courses and in farmers associations, the higher soil fertility of the orange farms, the high dependence on the orange production activity, the use of sophisticated management tools and the access to rural credit affect positively and significantly the adoption of irrigation. On the other hand, the use of contracts in the sale of orange reduces the probability of adoption of irrigation in the orange orchards, since the orange farmers who irrigates sell their production, mostly, to the fresh fruit market through the use of spot market mechanism. Among the orange farmers who irrigates, those who use irrigation in a larger part of the orange area participate in irrigation courses, are very dependent on the orange activity, have a productive structure with less orange varieties, denser orchards, and properties with soils of low fertility. For these producers, the sale of the orange production is mainly done through the use of contracts with the processing industry. This mechanism can promote the necessary safety to intensify the use of irrigation in the properties.

**Key-words:** Orange production. Technology adoption. Irrigation. Double Hurdle.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Frequência absoluta e acumulativa do número de adotantes de uma tecnologia. ....	14
<b>Figura 2</b> - Descrição das etapas e subetapas da elaboração de uma RBS. ....	27
<b>Figura 3</b> - Mecanismos de buscas nas bases de dados nacionais e internacionais utilizados para a composição da RBS. ....	30
<b>Figura 4</b> - Síntese dos resultados obtidos com as buscas em cada uma das bases de dados utilizadas para a composição da RBS. ....	30
<b>Figura 5</b> - Distribuição geográfica das Unidades de Produção Agropecuária com laranja do Estado de São Paulo e os dois conjuntos de municípios selecionados para a composição da amostra. ....	32
<b>Figura 6</b> - Distribuição geográfica da amostra de citricultores nos municípios analisados. ....	36
<b>Figura 7</b> - Descrição do Complexo Agroindustrial (CAI) citrícola no Brasil. ....	52
<b>Figura 8</b> - Evolução da quantidade total e de cada tipo de defensivo agrícola utilizado nos citros entre 2000 e 2012. ....	54
<b>Figura 9</b> - Relação de troca entre a laranja e fertilizante entre 2002 e 2013. ....	56
<b>Figura 10</b> - Evolução da porcentagem de talhões contaminados com <i>greening</i> e cancro cítrico nos pomares paulistas entre 2004 e 2012 e 1999 e 2012, respectivamente. ....	61
<b>Figura 11</b> - Localização da produção de laranja no Estado de São Paulo em 2015. ....	63
<b>Figura 12</b> - Evolução da produção de laranjas e da área plantada em São Paulo, entre 1990 e 2015. ....	64
<b>Figura 13</b> - Evolução da produtividade em caixas/planta e caixas/hectare dos pomares citrícolas paulistas no período de 1990 a 2015. ....	65
<b>Figura 14</b> - Evolução dos preços reais da caixa de laranja vendida para a indústria e mercado de frutas frescas em São Paulo entre 1995 e 2015, corrigidos pelo Índice Geral de Preço – Disponibilidade Interna (IGP-DI) para julho 2015. ....	66
<b>Figura 15</b> - Localização das indústrias processadoras de suco de laranja em São Paulo. ....	68
<b>Figura 16</b> - Evolução da produção de todos os tipos de suco de laranja produzidos em São Paulo e Triângulo Mineiro entre as safras de 1995/1996 e 2014/2015. ....	70
<b>Figura 17</b> - Evolução das exportações brasileiras de FCOJ, suco NFC e outros tipos de sucos no período de 2000 a 2015. ....	71
<b>Figura 18</b> - Evolução dos valores financiados de crédito para custeio e investimento e do número de contratos efetuados, entre 1999 e 2012, em São Paulo, para a cultura da laranja, corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para dezembro de 2012. ....	78
<b>Figura 19</b> - Evolução da área irrigada no Brasil entre 1950 e 2015. ....	90
<b>Figura 20</b> - Evolução da área irrigada de cada região do Brasil entre 1960 e 2012. ....	91
<b>Figura 21</b> - Culturas agrícolas com as maiores áreas irrigadas e o percentual de suas áreas irrigadas em relação às suas áreas plantadas/colhidas no Brasil em 2006. ....	92
<b>Figura 22</b> -- Irrigação por gotejamento ....	103
<b>Figura 23</b> - Irrigação por microaspersão ....	103
<b>Figura 24</b> - Irrigação por aspersão ....	103
<b>Figura 25</b> - Irrigação por tripa ....	103
<b>Figura 26</b> - Porcentagem irrigada da área cultivada com laranja em São Paulo entre 1999 e 2015. ....	105
<b>Figura 27</b> - Evolução do aporte de crédito e do número de contratos firmados para custear a irrigação na laranja em São Paulo, entre 2003 e 2011, corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para dezembro de 2011. ....	106
<b>Figura 28</b> - Frequência acumulada de citricultores irrigantes entre 1980 e 2012. ....	165



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Protocolo geral da RBS. ....	28
<b>Quadro 2</b> - Organizações de pesquisa, ensino e extensão do Estado de São Paulo de 1887 a 2015, que atuam na citricultura. ....	82
<b>Quadro 3</b> - Descrição dos tipos de sistemas de irrigação e seus respectivos subsistemas utilizados na citricultura. ....	102
<b>Quadro 4</b> - Descrição e impacto das variáveis explicativas utilizadas nos modelos <i>double hurdle</i> para testar hipóteses sobre a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores da amostra. ....	171

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Número de UPAs destinadas à produção de laranja e a área de laranja plantada nos municípios selecionados para o estudo. ....	33
<b>Tabela 2</b> - Caracterização da amostra dos citricultores entrevistados. ....	35
<b>Tabela 3</b> - Principais variedades comerciais de laranja cultivadas no parque citrícola paulista em 2014. ....	59
<b>Tabela 4</b> - Principais doenças que afetam a citricultura em São Paulo. ....	62
<b>Tabela 5</b> - Descrição geral das principais leis e normas para o controle de doenças na citricultura. ....	81
<b>Tabela 6</b> - Evolução das principais tecnologias adotadas em cada fase do cultivo da laranja durante as três fases (1930 a 1960; 1960 a 1990; 1990 – dias de hoje). ....	85
<b>Tabela 7</b> - Estudos que mostraram os impactos da utilização de sistemas de irrigação na laranja. ....	100
<b>Tabela 8</b> - Estudos que abordaram a adoção e a intensidade de adoção de irrigação. ....	110
<b>Tabela 9</b> – Determinantes da adoção e da intensidade de adoção de irrigação de acordo com a literatura abordada pela RBS. ....	131
<b>Tabela 10</b> - Acesso e grau de importância atribuído pelos citricultores às diferentes fontes de informação. ....	137
<b>Tabela 11</b> - Realização de viagens para outras regiões citrícolas pelos citricultores. ....	137
<b>Tabela 12</b> - Participação dos citricultores em agrupamentos formais e informais da agricultura. ....	138
<b>Tabela 13</b> - Orientação técnica recebida pelos citricultores. ....	139
<b>Tabela 14</b> - Gasto anual (R\$/hectare de citros) com assistência técnica pelos citricultores. ....	140
<b>Tabela 15</b> - Participação dos citricultores em eventos e cursos agropecuários. ....	141
<b>Tabela 16</b> - Anos de estudo dos citricultores. ....	141
<b>Tabela 17</b> - Nível de escolaridade dos citricultores. ....	142
<b>Tabela 18</b> - Áreas em que foram realizados os cursos superiores e de pós-graduação pelos citricultores. ....	142
<b>Tabela 19</b> - Idade dos citricultores. ....	143
<b>Tabela 20</b> - Experiência dos citricultores em atividades agrícolas. ....	144
<b>Tabela 21</b> - Experiência diversificada dos citricultores. ....	144
<b>Tabela 22</b> - Renda total (R\$) e composição da renda (%) dos citricultores na safra 2013/2014. ....	145
<b>Tabela 23</b> - Acesso ao crédito rural pelos citricultores na safra 2013/2014. ....	145
<b>Tabela 24</b> - Valor médio do financiamento (R\$) dos citricultores que utilizaram crédito rural na safra 2013/2014. ....	146
<b>Tabela 25</b> - Número de propriedades rurais dos citricultores. ....	146
<b>Tabela 26</b> - Área total (ha) e número de pés de citros das propriedades rurais dos citricultores. ....	147
<b>Tabela 27</b> - Volume de caixas de laranja produzido na safra 2013/2014. ....	147
<b>Tabela 28</b> - Distribuição do uso da terra nas propriedades dos citricultores. ....	148
<b>Tabela 29</b> - Acesso às fontes de água e fertilidade dos solos das propriedades dos citricultores. ....	149
<b>Tabela 30</b> - Idade dos pomares dos citricultores. ....	149
<b>Tabela 31</b> - Diversificação da produção agrícola pelos citricultores. ....	150
<b>Tabela 32</b> - Percentual de incidência de <i>greening</i> nos pomares dos citricultores. ....	151
<b>Tabela 33</b> - Perda na produção de laranjas na safra 2013/2014 em função de pragas e doenças. ....	151
<b>Tabela 34</b> - Uso de ferramentas de gestão pelos citricultores. ....	152
<b>Tabela 35</b> - Utilização de agricultura de precisão pelos citricultores. ....	153
<b>Tabela 36</b> - Densidade dos pomares dos citricultores (plantas/hectare). ....	153
<b>Tabela 37</b> - Percepções dos citricultores em relação à gestão das propriedades e a gestão da qualidade da produção citrícola e os objetivos esperados com as mesmas. ....	154
<b>Tabela 38</b> - Qualificação dos funcionários das propriedades dos citricultores. ....	155

<b>Tabela 39</b> - Utilização de um ou mais canais de comercialização pelos citricultores na safra 2013/2014.....	156
<b>Tabela 40</b> - Percentual da produção de laranja direcionado para cada canal de comercialização pelos citricultores na safra 2013/2014.....	156
<b>Tabela 41</b> - Tipos de estruturas de governança utilizados pelos citricultores na safra 2013/2014.....	157
<b>Tabela 42</b> - Percentual da produção de laranja (caixas) vendido via contratos, mercado <i>spot</i> e utilizando formas plurais de governança pelos citricultores na safra 2013/2014. ....	158
<b>Tabela 43</b> - Quantidade de variedades de laranja cultivada pelos citricultores. ....	159
<b>Tabela 44</b> - Percentual da cada variedade de laranja plantado nas propriedades dos citricultores na safra 2013/2014. ....	159
<b>Tabela 45</b> - Preço médio (R\$) recebido pela caixa de laranja pelos citricultores na safra 2013/2014. ....	160
<b>Tabela 46</b> - Acesso à Política de Garantia de Preço Mínimos (PGPM - PEPRO).....	161
<b>Tabela 47</b> - Problemas enfrentados pelos citricultores em suas transações da venda da laranja nas últimas safras.....	162
<b>Tabela 48</b> - Percepções dos citricultores em relação aos ambientes institucional e econômico da citricultura. ....	164
<b>Tabela 49</b> - Principais motivos para a adoção de irrigação pelos citricultores da amostra.....	165
<b>Tabela 50</b> - Motivos para a não adoção de irrigação pelos citricultores da amostra.....	166
<b>Tabela 51</b> - Síntese dos resultados obtidos por meio das estatísticas descritivas e dos testes de hipóteses para as variáveis analisadas.....	167
<b>Tabela 52</b> - Estatísticas dos modelos <i>probit</i> , das regressões truncadas, dos modelos <i>double-hurdle</i> e dos modelos <i>Tobit</i> equivalentes.....	174
<b>Tabela 53</b> - Resultados dos modelos <i>probit</i> obtidos com os quatro modelos <i>double-hurdle</i> . ....	176
<b>Tabela 54</b> - Resultados das regressões truncadas obtidos com os quatro modelos <i>double-hurdle</i> . ....	182
<b>Tabela 55</b> - Valores de p para todos os parâmetros estimados das regressões truncadas dos quatro modelos <i>double-hurdle</i> .....	183

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Agência Nacional de Águas (ANA)

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA)

*Agricultural Company* (AGCO)

Associação Brasileira das Empresas Processadoras de Sucos (ABRASSUCOS)

Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (ABISOLO)

Associação Brasileira de Citros de Mesa (ABCM)

Associação Brasileira de Citricultores (ASSOCITRUS)

Associação Brasileira de Distribuidores John Deere (ASSODEERE).

Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ)

Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos (ABECITRUS)

Associação dos Citricultores do Estado de São Paulo (ACIESP)

Associação Nacional da Indústria Cítrica (ANIC)

Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (CITRUSBR)

Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA)

Associação Paulista de Viveiros Certificados de Citros (VIVECITRUS)

*Average Partial Effect* (APE)

Banco do Agronegócio Familiar (BANAGRO)

Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)

Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI)

Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil (CACEX)

Centro de Conhecimento em Agronegócios (PENSA)

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA)

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)

Clorose Variegada dos Citros (CVC)

Coefficiente de Contingência (CC)

Coefficiente de Correlação de Pearson (CCP)

Coefficiente de Correlação Ponto Bisserial (CCPB)

Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP)

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)

Complexo Agroindustrial (CAI)

*Conditional Average Partial Effect* (CAPE)

Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE)

Conselho dos Produtores e Exportadores de Suco de Laranja (CONSECITRUS)

Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE)

Cooperativa dos Cafeicultores e Citricultores do Estado de São Paulo (COOPERCITRUS)

Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo (CDA)

Certificado Fitossanitário de Origem (CFO)

*Data Analysis and Statistical Software* (STATA)

Departamento de Engenharia de Produção (DEP)

Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos (DEPEC/BRADESCO)

Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE)

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)

Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF)

Dicloro Difênol Tricloroetano (DDT)

*Double-Hurdle* (DH)

Efeito Marginal Médio (EMM)

Efeito Marginal Médio Condicionado (EMMC)

Efeito Marginal Médio Incondicionado (EMMI)

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Equipamento de Proteção Individual (EPI)

Escola Superior de Agricultura “*Lui*z de *Queiroz*” (ESALQ)

Estados Unidos da América (EUA)

Evapotranspiração da cultura (ETc)

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FJAV)

Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu (FCA)

Faculdade de Economia e Administração (FEA)

Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI)

Fatores de Inflação de Variância (VIF)

*Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO)

*Frozen Concentrated Orange Juice* (FCOJ)

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

Fundação Educacional de Barretos (FEB)

Fundo de Apoio à Pesquisa Agrícola (FUNDAG)

Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS)

Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista (FAEP)

Grupo de Consultores em Citros (GCONCI)

Grupo de Estudos Integrados de Irrigação e Desenvolvimento Agrícola (GEIDA)

Grupo Técnico de Assistência e Consultoria em Citrus (GTACC)

Hipótese Nula ( $H_0$ )

*Huanglongbing* (HLB)

Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)

Índice Geral de Preço – Disponibilidade Interna (IGP-DI)

Instituto Agronômico de Campinas (IAC)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Instituto de Economia Agrícola (IEA)

Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)

Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCT-EI)

Laboratório Nacional de Biociências (LNBio)

Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (projeto - LUPA)

*Louis Dreyfus Company* (LDC)

Manejo de Risco da Mancha Preta dos Citros (SMR)

Manejo de Risco da Pinta Preta dos Citros (MPC)

Manejo Integrado de Pragas na Citricultura (MIP-Citros)

Master of Business Administration (MBA)

Método dos Mínimos Quadrados (MMQ)

Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

Ministério da Integração (MI)

Ministério de Minas e Energia (MME)

Ministério do Interior (MINTER)

Morte Súbita do Citros (MSC)

*Not From Concentrate* (NFC)

Padrões de Identidade de Qualidade (PIQ)

Permissão de Trânsito Vegetal (PTV)

Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

Plano Nacional de Irrigação (PNI)

Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM)

Prêmio Equalizador Pago ao Produtor (PEPRO)

Prêmio para Escoamento de Produto (PEP)

Produto Interno Bruto (PIB)

Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (PROFIR)

Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem (MODERINFRA)

Programa de Integração Nacional (PIN)

Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE)

Programa de Modernização da Agricultura e Conservação de Recursos Naturais (MODERAGRO)

Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR)

Programa Nacional de Irrigação (PRONI)

Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS)

Programa Plurianual de Irrigação (PPI)

Qui-quadrado ( $X^2$ )

Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS)

*Scientific Electronic Library Online* (SCIELO)

Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA)

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR)

*Shapiro-Wilk* (S-W)

Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG)

Sistema de Arroz Intensificado (SAI).

Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR)

Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)

Suco de Laranja Concentrado (SLC)

*Statistical Package for Social Sciences* (SPSS)

*Unconditional Average Partial Effect* (UAPE)

União Europeia (UE)

Unidades de Produção Agropecuária (UPAs)

Unidade de Produção (UP)

Unidade Fiscal do Estado de São Paulo (UFESP)

*United States Department of Agriculture* (USDA)

Universidade de São Paulo (USP)

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Universidade Estadual “*Júlio de Mesquita Filho*” (UNESP)

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Teoria das Inovações Induzidas (TII)

Teste Exato de Fisher (TEF)

Termo de Compromisso de Desempenho (TCD)



## SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos.....	5
1.1.1. Objetivos gerais.....	5
1.1.2. Objetivos específicos .....	5
1.2. Justificativa e relevância do trabalho .....	5
1.3. Estrutura da tese .....	6
<b>CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE ADOÇÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS..</b>	<b>8</b>
2.1. Adoção e difusão de tecnologias .....	8
<b>CAPÍTULO 3 - Métodos da pesquisa.....</b>	<b>26</b>
3.1. Métodos de obtenção dos dados secundários .....	26
3.1.1. Revisão Bibliográfica Sistemática .....	26
3.2. Métodos de obtenção e análise dos dados primários da pesquisa .....	31
3.2.1. Definição da amostra .....	31
3.2.2. Técnica de coleta dos dados .....	33
3.3. Métodos estatísticos de análise dos dados.....	36
3.3.1. Estatísticas descritivas e testes de hipóteses .....	37
3.3.2. Modelo econométrico: <i>Double-hurdle</i> .....	39
<b>CAPÍTULO 4 – Desenvolvimento e caracterização do Complexo Agroindustrial (CAI) citrícola do Estado de São Paulo.....</b>	<b>45</b>
4.1. Formação, expansão e consolidação do CAI citrícola paulista.....	45
4.2. O Complexo Agroindustrial (CAI) citrícola paulista.....	51
4.2.1. Segmento de insumos .....	52
4.2.2. Produção citrícola paulista .....	58
4.2.3. Segmento industrial processador de suco de laranja.....	67
4.2.4. Segmento de mercado de mesa.....	71
4.3. Ambientes institucional e organizacional da citricultura.....	73
4.3.1. Organizações de representação de classe na citricultura .....	73
4.3.2. Transações comerciais entre citricultores e processadoras de suco e seus conflitos .....	74
4.3.3. Informações na citricultura.....	77
4.3.4. Políticas públicas e programas voltados para a citricultura .....	78
4.3.5. Leis e normas específicas da produção agrícola e da indústria processadora .....	80
4.3.6. Pesquisa, ensino e extensão na citricultura paulista.....	82
4.4. Evolução da adoção de tecnologias na citricultura .....	82
<b>CAPÍTULO 5 – Irrigação no Brasil e na citricultura .....</b>	<b>87</b>
5.1. Evolução e caracterização da irrigação no Brasil .....	87
5.2. Irrigação no Estado de São Paulo .....	95
5.3. Irrigação na citricultura.....	96

<b>CAPÍTULO 6 – Resultados e discussão .....</b>	<b>108</b>
6. 1. Determinantes da adoção de irrigação na agricultura.....	108
6.1.1. Acesso e fontes de informação.....	113
6.1.2. Rede de relacionamento do produtor .....	114
6.1.3. Serviço de assistência técnica e capacitação do produtor.....	115
6.1.4. Nível de escolaridade do produtor .....	116
6.1.5. Experiência do produtor.....	118
6.1.6. Idade e gênero do chefe de família .....	119
6.1.7. Renda e condição fundiária do produtor .....	120
6.1.8. Atitude frente ao risco.....	121
6.1.9. Características físico-ambientais da propriedade rural.....	122
6.1.10. Localização da propriedade.....	123
6.1.11. Tamanho e estrutura da produção agrícola.....	124
6.1.12. Acesso a recursos financeiros e subsídios .....	126
6.1.13. Gestão da propriedade.....	126
6.1.14. Mão-de-obra.....	127
6.1.15. Ambientes econômico e institucional .....	127
6.1.16. Comercialização e mecanismos de gestão de riscos .....	128
6.1.17. Comportamento diante de uma nova tecnologia.....	129
6.2. Hipóteses da pesquisa.....	130
6.3. Fatores determinantes da adoção de irrigação pelos citricultores paulistas: análise dos dados primários da pesquisa .....	135
6.3.1. Estatísticas descritivas .....	135
6.3.2. Análise dos determinantes da adoção e da intensidade de adoção de irrigação por meio do modelo: <i>double-hurdle</i> .....	170
<b>CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>188</b>
7.1. Conclusões do estudo.....	188
7.2. Limitações da pesquisa e propostas para pesquisas futuras.....	193
7.3. Propostas para estratégias públicas e privadas .....	195
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>197</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>221</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>222</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>223</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>234</b>
<b>APÊNDICE E .....</b>	<b>235</b>
<b>APÊNDICE F .....</b>	<b>236</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A importância atribuída à tecnologia para o crescimento econômico diverge entre as diferentes vertentes do pensamento econômico. A teoria neoclássica considera a tecnologia como um fator exógeno às análises econômicas, de tal modo que a mesma encontra-se disponível para as firmas que, sendo agentes racionais e otimizadores, buscam maximizar lucros. Em contraposição a essa perspectiva, emergiu, dentre outras, a teoria evolucionária, iniciada e inspirada nos trabalhos de Schumpeter (1982), que considera a tecnologia como um fator propulsor do desenvolvimento econômico, ou seja, um fator endógeno. Porém, uma inovação tecnológica somente impacta o desenvolvimento econômico se for amplamente adotada e difundida no sistema. Deste modo, houve o desenvolvimento de diferentes modelos teóricos e análises empíricas com o intuito de explicar os fatores capazes de afetar esses processos.

Quando uma nova tecnologia, geralmente mais vantajosa do que as preexistentes, é introduzida em um mercado, a sua adoção não é instantânea; alguns agentes irão adotá-la rapidamente, enquanto outros irão demorar mais tempo para sua adoção. Há ainda uma parcela de agentes que não adotará a nova tecnologia. A identificação dos fatores que determinam o tempo e a velocidade de adoção de uma tecnologia é o que norteia muitos dos modelos teóricos de difusão tecnológica. De um modo geral, alguns modelos, como os epidêmicos, pressupõem que a informação sobre a tecnologia é o principal propulsor de sua difusão, outros modelos, como os de equilíbrio, postulam que as diferentes características dos potenciais usuários são o que realmente alavancam esse processo (DAVID, 1966; GEROSKI, 2000; BOCQUET et al., 2007). Os modelos evolucionários (de desequilíbrio) colocam o aprendizado dos fornecedores e dos usuários como os principais determinantes da difusão tecnológica (FURTADO, 2006). Há ainda modelos que pressupõem que a adoção de uma tecnologia é resultado de um processo estratégico das firmas com o objetivo de complementar as suas práticas organizacionais, estratégicas e tecnológicas (MILGROM e ROBERTS, 1990).

Assim, o processo decisório que envolve o primeiro conhecimento sobre uma nova tecnologia e a atitude em direção a sua adoção ou rejeição pode ser influenciado por diversos fatores. A adoção de uma tecnologia agrícola é motivada, principalmente, pela busca por aumento na receita do produtor e/ou redução de custos de produção. A obtenção de lucros é, sem dúvida, um importante motivo para a sua adoção, porém, fatores institucionais, econômicos, ambientais e características dos produtores, das propriedades, da produção e da

tecnologia, entre outros, também podem afetar a decisão de introduzir uma nova tecnologia no sistema produtivo.

A irrigação é frequentemente mencionada na literatura como uma importante tecnologia capaz de propiciar aumentos significativos na produtividade das culturas agrícolas, em comparação aos cultivos de sequeiro (SILVA et al., 2008; GAVA et al., 2011; AQUINO e BERGER, 2011). Além disso, minimiza os riscos associados às alterações climáticas que tornam a produção agrícola muito vulnerável (CUNHA et al., 2014). Assim, a adoção da irrigação pode impactar positivamente a lucratividade dos estabelecimentos agropecuários.

No Brasil, aproximadamente 8% da área agrícola plantada é irrigada e há potencial para a expansão imediata e com sucesso dessa prática para outros 28% (IICA, 2014). A irrigação agrícola iniciou-se tardiamente no território nacional, em comparação a outros países irrigantes, e se desenvolveu de maneira bem diferente, em termos de abrangência e recursos, entre as regiões do país. Com o intuito de minimizar os efeitos dos constantes períodos de secas, grande parte dos investimentos públicos foram direcionados para as regiões do eixo Norte-Nordeste. Já no eixo Centro-Sul, os recursos para o desenvolvimento da irrigação agrícola originaram-se, majoritariamente, da iniciativa privada (CARVALHO e ANDRADE, 1989; SANTANA et al., 2015).

O Estado de São Paulo é a unidade federativa com a maior área irrigada da região Sudeste. A sua agricultura caracteriza-se pelo predomínio do plantio de cana-de-açúcar, frutas, cereais e flores, sendo a irrigação nessas culturas feita de forma complementar, utilizando avançados sistemas de irrigação, especialmente os pressurizados (VIEIRA, 1989; IBGE, 2006; IICA, 2014; ANA, 2015). Atualmente, em São Paulo, a irrigação agrícola é impulsionada por meio de pesquisas científicas e difusão dessa prática pelos institutos de pesquisa, pelas instituições de ensino superior, pelas empresas fabricantes/fornecedoras de sistemas de irrigação (nacionais e estrangeiras) e pelas empresas de consultoria especializadas.

A citricultura<sup>2</sup> é a atividade com a terceira maior área plantada no Estado de São Paulo (IBGE, 2006). O parque citrícola paulista é o maior do mundo e o responsável por grande parcela da produção de laranja *in natura* e de suco de laranja do Complexo Agroindustrial (CAI) citrícola brasileiro. Esse complexo é voltado quase que exclusivamente para o processamento e exportação de suco de laranja, sendo que três em cada cinco copos de suco de laranja consumidos no mundo, são oriundos de fábricas brasileiras (NEVES et al., 2010).

---

<sup>2</sup> Nesta tese, os termos citricultura, citros e citrícola referem-se à produção de laranjas, pois esta fruta é a mais cultivada dentre os citrinos, no Brasil.

A exportação de grande parte da produção de suco de laranja gera divisas importantes, contribuindo significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e dos municípios produtores da fruta. Ademais, a geração de emprego em função dos tratamentos culturais intensivos necessários à condução dessa cultura contribui para o desenvolvimento social dos municípios (ARAÚJO, 2006; NEVES et al., 2010).

O parque citrícola paulista vem se reduzindo consideravelmente desde a década de 90, época em que se iniciou uma conjuntura bastante desfavorável para os citricultores. Entre 1995/1996 e 2015, houve uma redução de mais de 68% no número de produtores de laranja em São Paulo (LUPA, 1995/1996; CDA, 2015a). O êxodo dessa atividade está altamente associado à perda de lucratividade de muitos citricultores ao longo dos anos. Assim como qualquer setor agrícola, a citricultura enfrenta ciclos de alta e baixa nos preços da caixa de laranja. No entanto, diversos entraves institucionais e organizacionais que se instauraram no CAI citrícola paulista após a sua consolidação, resultaram na diminuição das margens de lucro dos citricultores que, em momentos de crise, acabam deixando a atividade. Dentre esses entraves, destacam-se a assimetria de informações relativas às estimativas de safra e aos estoques de suco de laranja detidos pelas indústrias processadoras; o alto poder de barganha das processadoras frente aos produtores, principalmente, os independentes; a redução da produtividade dos pomares, em função do avanço de pragas e doenças na cultura, associada à obrigatoriedade de erradicação de plantas contaminadas; o aumento dos custos de produção; conflitos entre organizações representativas dos agentes das cadeias e o pouco interesse dos citricultores em participar de suas organizações (SANTOS, 2003; PAULILLO et al., 2006 a,b).

Diante desse contexto, a sustentação econômica da citricultura passou a depender de vários fatores, como do avanço tecnológico. Esse fator torna-se cada vez mais importante para a recuperação da rentabilidade dos citricultores, pois ao se introduzir no campo novas tecnologias agrícolas capazes de aumentar a produtividade por área, reduzindo os custos de produção por caixa de laranja, pode-se estabilizar as receitas dos produtores. A adoção de novas tecnologias capazes de aumentar a produtividade dos pomares pode diminuir os impactos da variação dos preços, mesmo com os entraves institucionais e organizacionais existentes no CAI citrícola paulista.

A irrigação tem apresentado impactos positivos no aumento da produtividade dos pomares de laranja e na melhoria da qualidade dos frutos colhidos, como apontado por diversos autores na literatura nacional e internacional (BARRETO et al., 1976; SMAJSTRLA

e KOO, 1984; ZANINI et al., 1998; SILVA, 1999; VILLAS BÔAS et al., 2002; PETILLO e CASTEL, 2004; DUENHAS et al., 2005; PRADO et al., 2007; SILVA et al., 2009; GOÑI e OTERO, 2011). Esses impactos foram verificados tanto em áreas com ausência de chuvas, como em áreas onde há precipitações irregulares. A irrigação nos pomares também promove um aumento da eficiência técnica das propriedades citrícolas (CARRER, 2015).

Apesar de todas as vantagens, a irrigação ainda não é uma prática muito difundida na citricultura paulista. Em 2015, pouco mais de 24% da área dedicada ao plantio de laranjas no estado estava sob algum sistema de irrigação, o que se caracteriza por uma baixa taxa de difusão (FUNDECITRUS, 2015). Uma das formas de se investigar as razões para as baixas taxas de difusão da irrigação é a análise dos fatores que determinam a escolha do produtor a favor, ou não, da adoção dessa tecnologia. A literatura nacional que aborda a adoção de sistemas de irrigação é relativamente escassa. As principais referências são os trabalhos de Cunha et al. (2014) e Ferreira (2015). No primeiro trabalho, os autores identificaram uma série de fatores condicionadores da adoção de irrigação, incluindo o capital humano, a condição socioeconômica dos produtores, as variações climáticas e as condições agronômicas. Ferreira (2015) concluiu que, além de fatores ambientais das propriedades e socioeconômicos dos produtores, mecanismos informais de transmissão de informação, baseados na proximidade geográfica entre os produtores, também influenciam na adoção de irrigação.

A literatura internacional aborda de forma abrangente a adoção de sistemas de irrigação mais eficientes no uso de água. Nesse contexto, são analisados, principalmente, os fatores que influenciam a substituição de sistemas mais tradicionais por outros mais modernos em termos de economia de água. Por outro lado, existem poucos trabalhos que abordam a adoção primária de irrigação, ou seja, a adoção de um sistema sem que outro tenha sido adotado previamente. Nesse sentido, podem-se citar os trabalhos de Kulshreshtha e Brown (1993), Negri et al. (2005), Kulecho e Weatherhead (2006), Ekanayake et al. (2007), He et al. (2007), Savage e Brozović (2009), Musara et al. (2010), Alcon et al. (2011), Bagheri e Ghorbani (2011), Kamwamba-Mtethiwa et al. (2012), Vaezi e Daran (2012), Karpagam et al. (2013), Shahzadi (2013), Amini (2014), Singh et al. (2015), entre outros. Esses estudos identificaram que fatores relacionados ao capital humano, às características e às condições socioeconômicas dos produtores, ao comportamento dos produtores diante da nova tecnologia, às características das propriedades e da tecnologia e aos ambientes institucional e econômico, são os principais condicionadores da adoção de irrigação nos países.

Considerando-se os efeitos positivos da irrigação para a cultura da laranja e a importância da introdução de novas tecnologias nos pomares para a manutenção dos citricultores na atividade, para a sustentabilidade e a competitividade do CAI citrícola paulista, torna-se importante examinar os fatores que condicionam a adoção dessa tecnologia. Sendo assim, esta tese visa responder às seguintes questões: Por que alguns citricultores adotam irrigação e outros não? Quais as características das propriedades agrícolas que adotam essa tecnologia? Qual a intensidade do uso de irrigação na produção citrícola?

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivos gerais**

O objetivo desta tese é identificar e analisar os fatores determinantes da adoção de irrigação nos pomares de laranja localizados na região centro-norte do Estado de São Paulo. Esse tipo de análise permite identificar informações importantes para a formulação de políticas públicas voltadas a reduzir as barreiras que limitam a adoção de irrigação na citricultura, bem como para o estabelecimento de estratégias privadas.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Descrever os ambientes institucional, produtivo e organizacional nos quais se insere a citricultura do Estado de São Paulo;
- Levantar informações quantitativas e qualitativas com relação à utilização de irrigação pelos citricultores do centro-norte do Estado de São Paulo;
- Preencher a lacuna existente na literatura, principalmente nacional, em relação a estudos que abordem a adoção de tecnologias de irrigação na agricultura;
- Fornecer informações importantes que possam ser utilizadas na formulação de políticas públicas e estratégias privadas para o setor citrícola paulista.

## **1.2. Justificativa e relevância do trabalho**

O CAI citrícola paulista é bastante reconhecido por sua pujança produtiva e competitividade internacional. Em 2009, apresentou um PIB de US\$ 6,5 bilhões (NEVES et al., 2010). Em termos de exportações, o suco de laranja traz, em média, divisas no montante de US\$ 2 bilhões por ano (CEPEA, 2014). Nos últimos anos, a produção citrícola tem sido cada vez mais afetada por pragas e doenças, exigindo a adoção de novas tecnologias para garantir a produtividade dos pomares e a permanência do citricultor no campo. A irrigação

tem sido reconhecida como uma das ferramentas capaz de aumentar a produtividade dos pomares. Entretanto, essa tecnologia tem sido adotada de forma parcial e desigual na citricultura paulista. Desse modo, os fatores que afetam a sua adoção merecem ser investigados.

Os estudos encontrados na literatura nacional têm focado na identificação dos impactos da irrigação na produção e produtividade do pomar, na qualidade dos frutos e do suco produzido e no estado nutricional das plantas (BARRETO et al., 1976; ZANINI et al., 1998; SILVA, 1999; VILLAS BÔAS et al., 2002; DUENHAS et al., 2005; PRADO et al., 2007; SILVA et al., 2009). Também se encontram na literatura nacional, estudos sobre análises técnico-econômicas envolvendo a implantação de diferentes sistemas de irrigação nos pomares de laranja (CALHEIROS et al., 1992; REZENDE et al., 1999; DOS SANTOS et al., 2006; GOLDSTEIN, 2006; DUENHAS e SAAD, 2009; VESCOVE e TURCO, 2010; PATINO et al., 2014). O nível tecnológico da irrigação praticada pelos citricultores no norte de São Paulo, em termos de equipamentos e métodos de gerenciamento utilizados, também tem sido objeto de estudo (PALARETTI et al., 2011).

Até o presente momento, não existem estudos na literatura brasileira sobre os fatores que influenciam a adoção de irrigação na citricultura. O presente estudo visa à identificação e análise desses fatores. Os resultados do presente estudo poderão contribuir para nortear a elaboração de políticas públicas e estratégias privadas para a difusão da irrigação. Sendo assim, esta pesquisa torna-se relevante não só para a citricultura do Estado de São Paulo, mas também no âmbito nacional, uma vez que poderá ser replicada em outros estados brasileiros produtores de citros, respeitando-se as possíveis especificidades de cada local.

### **1.3. Estrutura da tese**

Com o intuito de atender aos objetivos propostos por esta tese, a mesma foi dividida em sete capítulos. O capítulo 1 contém a introdução, os objetivos (gerais e específicos) e a justificativa e relevância da pesquisa. O capítulo 2 discorre sobre o referencial teórico de adoção e difusão de tecnologias e aborda os principais modelos teóricos e análises empíricas encontrados na literatura, que buscam explicar esses processos. O capítulo 3 descreve os métodos que foram utilizados para a construção das revisões de literatura tradicionais e sistemática, além de detalhar o método de coleta e análise dos dados empíricos desta pesquisa. Os capítulos 4 e 5 apresentam as revisões tradicionais de literatura que descrevem, respectivamente, o CAI cítrico paulista e a irrigação no Brasil e na citricultura. O capítulo 6 apresenta os resultados obtidos por meio de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) sobre os



determinantes da adoção de irrigação na agricultura e as hipóteses da pesquisa. Nesse capítulo, também são apresentados os resultados empíricos e a discussão. O capítulo 7 apresenta as conclusões do estudo, as propostas para estratégias públicas e privadas, as limitações da pesquisa e algumas propostas para pesquisas futuras.

## **CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE ADOÇÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS**

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura teórica e empírica sobre a adoção e difusão de tecnologias. Nesse sentido, julgou-se necessário descrever previamente, alguns dos pressupostos das teorias econômicas neoclássica e evolucionária, uma vez que essas teorias forneceram reflexões importantes para a análise e desenvolvimento de modelos teóricos e empíricos relacionados à adoção e difusão de tecnologias. À medida que as teorias econômicas foram se desenvolvendo, os estudos relacionados à adoção e difusão de tecnologias também foram se modificando, incorporando os pressupostos de cada corrente econômica. A literatura que aborda este tema é multidisciplinar e bastante vasta, por isso, buscou-se identificar os aportes teóricos e empíricos mais relevantes para o desenvolvimento do modelo conceitual desta tese.

### **2.1. Adoção e difusão de tecnologias**

As teorias neoclássica e evolucionária atribuem importância bastante diferente à tecnologia e ao progresso tecnológico no processo de crescimento e desenvolvimento econômico. O modelo de crescimento econômico da teoria neoclássica, de um modo geral, concentra-se em mensurar o progresso tecnológico por meio de mudanças na função de produção agregada das firmas. As opções tecnológicas são perfeitamente conhecidas<sup>3</sup> e podem ser acessadas sem nenhum custo, permitindo às firmas, que são agentes com racionalidade perfeita, combinarem seus insumos (capital/trabalho), de forma a maximizar seus lucros, considerando as condições de mercado em que estão inseridas. Desse modo, a tecnologia é tratada como um fator exógeno ao crescimento econômico, ou seja, é interpretada como um “choque externo” que causa alterações no equilíbrio em longo prazo, até que o mesmo seja reestabelecido. Desta forma, os motivos que levam à mudança nos padrões tecnológicos vigentes não são investigados profundamente por essa teoria<sup>4</sup> (SHIKIDA e LOPEZ, 1997), que busca explicar, principalmente, a mudança técnica, ou seja, as variações na produtividade dos fatores (TORRES, 2012).

Alguns estudos buscaram investigar os fatores que influenciam a mudança tecnológica com base em preceitos da teoria neoclássica. Em meados de 1960, Hayami e Ruttan (1971) desenvolveram a Teoria das Inovações Induzidas (TII), que pressupõe que as tecnologias são

---

<sup>3</sup> O conhecimento tecnológico encontra-se incorporado em registros tangíveis e nas habilidades e hábitos pessoais da população (CONTE, 2006).

<sup>4</sup> As principais referências da teoria neoclássica encontram-se nas formulações de Abramovitz (1979) e Solow (1979), que tratam a tecnologia como um resíduo da função de produção (SHIKIDA e LOPEZ, 1997).

desenvolvidas objetivando substituir fatores escassos, considerados caros, por outros abundantes, portanto, mais baratos. Transportado para o contexto do desenvolvimento agrícola, esses pressupostos implicam na substituição de mão-de-obra e terra por mecanização e tecnologias biológicas e químicas, respectivamente. Assim, tanto a pesquisa como o desenvolvimento tecnológico agrícola podem ser considerados frutos dos sinais de mercado, em que produtos com alta elasticidade de preço de demanda seriam mais priorizados por inovações (HAYAMI e RUTTAN, 1971; MACHADO, 1998).

Outras teorias, como a *demand-pull* e *technology-push*, também buscaram explicar as origens do desenvolvimento de novas tecnologias. A *demand-pull* pressupõe que a geração de tecnologia pelas firmas é estimulada pela demanda por bens de consumo por potenciais adotantes. As firmas priorizam o desenvolvimento de tecnologias que melhor se adequem às necessidades pessoais dos potenciais adotantes, aumentando a probabilidade das mesmas serem adotadas e difundidas (THIRTLE e RUTTAN, 1987). A *technology-push* pressupõe que as tecnologias são desenvolvidas pelas firmas, sendo ofertadas aos usuários sem amarras de suas preferências prévias. As firmas buscam convencer os usuários da funcionalidade da inovação, modificando preferências e permitindo sua adoção e difusão (TSCHERNING e DAMSGAARD, 2008).

Segundo Shikida e Lopez (1997), a TII e as teorias de *demand-pull* e *technology-push* podem ser consideradas importantes avanços teóricos em relação à teoria neoclássica do crescimento, no sentido de tentar explicar os impulsionadores do progresso tecnológico. Porém, de um modo geral, não rompem com os preceitos básicos da teoria neoclássica para explicar o desenvolvimento e a adoção de tecnologias como fruto de interações entre oferta e demanda, até que um equilíbrio de mercado seja (re) estabelecido.

Schumpeter foi um dos primeiros economistas que discordou de algumas abordagens do pensamento neoclássico. Para ele, crescimento e desenvolvimento econômico são processos distintos. O primeiro refere-se ao aumento no emprego dos fatores de produção e o segundo a um aumento da produção associado a sua mudança estrutural, que ocorre devido ao surgimento de novas combinações de recursos e fatores de produção. Essas combinações resultam em novos produtos ou novas técnicas de produção e comercialização de mercadorias, ou seja, em inovações tecnológicas radicais, que representam uma ruptura com os padrões tecnológicos vigentes. Nesse sentido, a mudança tecnológica emerge devido às interações entre os agentes que compõem o sistema econômico, sendo, portanto, endógena ao mesmo e propulsonadora do desenvolvimento econômico (SCHUMPETER, 1934; TORRES, 2012).

Ao considerar o progresso tecnológico como principal impulsionador do desenvolvimento econômico, Schumpeter (1982), diferentemente da teoria neoclássica convencional, faz uma clara distinção entre as diferentes etapas que compõem a mudança tecnológica: invenção, inovação tecnológica e difusão de tecnologia. Para ele, a invenção engloba a geração de novas idéias, enquanto que a inovação envolve o desenvolvimento de novas idéias em forma de produtos e processos que sejam economicamente viáveis. A difusão das inovações tecnológicas caracteriza-se pela disseminação de produtos e processos para mercados potenciais. Essa fase é extremamente importante, pois a inovação somente impacta o desenvolvimento econômico se amplamente difundida, para isso, é necessário que se criem condições institucionais adequadas para que a mesma seja adotada pelos mercados.

Para Schumpeter (1982), o empresário inovador é essencial ao processo de inovação, pois é o agente transformador que realiza novas combinações, oferecendo novos produtos e com melhor qualidade, o que lhe permite obter lucros maiores do que os outros empresários. A busca por lucros “extraordinários” configura-se como o incentivo para inovar. Entretanto, os lucros extraordinários obtidos de uma inovação são temporários, uma vez que outros agentes passam a investir na inovação, ou seja, imitam o empresário inovador, atraídos pela oportunidade de lucros. A imitação leva à difusão da tecnologia e durante esse ciclo há um crescimento econômico espetacular, que cessa quando os lucros extraordinários são diluídos entre os concorrentes e a economia entra em um novo ponto de equilíbrio. Esse fenômeno econômico é denominado de “destruição criadora”, ou seja, a difusão de tecnologias radicais<sup>5</sup>, gradativamente substituindo as tradicionais, leva ao desenvolvimento econômico (SCHUMPETER, 1982; TORRES, 2012). Observa-se que Schumpeter não rompe totalmente com a idéia de equilíbrio. Uma vez introduzida, a inovação gera um distúrbio no equilíbrio e à medida que os demais empresários reagem ao “choque” imposto pelo empresário inovador, a economia tende a caminhar para um novo equilíbrio até que esse ciclo de negócios se repita (TORRES, 2012).

A partir dos trabalhos de Schumpeter (1982), emergiram outras teorias econômicas objetivando explicar a mudança tecnológica como um fator endógeno ao crescimento e desenvolvimento econômico. Nelson e Winter (1982) propuseram uma teoria econômica evolucionista, na qual o crescimento econômico fundamenta-se pela geração de inovações ou imitação de práticas de outras firmas pelos agentes econômicos, e também na seleção das

---

<sup>5</sup> Para Schumpeter, as inovações geravam discontinuidades nos produtos ou processos existentes, ou seja, levavam à destruição das velhas tecnologias (SCHUMPETER, 1982; TORRES, 2012).

inovações de sucesso pelo mercado<sup>6</sup>. Diferentemente da teoria neoclássica, em que os agentes buscam maximizar seus lucros diante de um ambiente de equilíbrio, a teoria evolucionista postula que os agentes possuem racionalidade limitada, fruto do ambiente dinâmico e de desequilíbrio em que estão inseridos, onde as ações dos agentes e o próprio ambiente mudam ao longo do tempo. Assim, a capacidade de prever eventos futuros é bastante difícil, fazendo com que as decisões relacionadas à geração de inovação e a adoção de tecnologias sejam tomadas em um ambiente de incertezas e informação incompleta. Desta forma, o aprendizado configura-se como uma característica central do processo de inovação e adoção de tecnologia, tanto para as empresas inovadoras como imitadoras, sendo fruto das interações com o mercado e com novas tecnologias (NELSON e WINTER, 1982).

A teoria evolucionista ainda postula que os agentes econômicos têm um comportamento de busca por resultados satisfatórios. Assim, quando as firmas obtêm lucros insatisfatórios, elas reveem as suas rotinas<sup>7</sup> (estratégias) e iniciam um processo de busca por novas tecnologias que podem ser desenvolvidas internamente por meio da P&D ou adquiridas por meio de transferência de tecnologia entre firmas. As firmas operam em um ambiente competitivo e dinâmico, por isso, as inovações tecnológicas são fundamentais para a sobrevivência das mesmas, mantendo-as competitivas, diminuindo os riscos, garantindo a sua sobrevivência de longo prazo e o seu crescimento. Assim, as rotinas que não apresentam resultados satisfatórios vão, aos poucos, deixando de ser utilizadas, a favor daquelas que geram mais lucros e crescimento, caracterizando um processo de seleção pelo mercado (ambiente) (NELSON e WINTER, 1982).

A corrente evolucionária distancia-se dos pressupostos da teoria neoclássica em relação, principalmente, ao caráter exógeno da tecnologia para o crescimento econômico, mas também da visão de Schumpeter sobre a separação da mudança tecnológica em invenção, inovação e difusão. Para essa corrente econômica, as inovações incrementais são tão importantes para o dinamismo econômico quanto às inovações radicais. O processo de difusão da inovação induz à geração de novas inovações, geralmente de carácter incremental, levando a uma sobreposição desses dois processos na realidade. Há, portanto, a coexistência da tecnologia atual com a antiga e a primeira não substitui necessariamente e completamente a última. Deste modo, os economistas evolucionistas se contrapõem à separação desses processos e os estudos sobre a difusão tecnológica passaram a focar na geração e adoção de

---

<sup>6</sup> Também chamados de neo-schumpeterianos, os economistas evolucionistas incorporaram princípios biológicos de evolução e seleção natural para explicar a mudança tecnológica.

<sup>7</sup> A rotina é o conjunto de técnicas e processos organizacionais que caracteriza o modo através do qual as mercadorias e serviços são produzidos, desde as atividades cotidianas até as inovativas.

inovações incrementais associadas às inovações radicais (FURTADO, 2006; ROSENBERG, 1979).

Os estudos sobre a adoção e difusão tecnológica evoluíram muito em função dos avanços que foram sendo feitos do ponto de vista teórico e empírico na busca por um melhor entendimento do processo de inovação e seu impacto no crescimento/desenvolvimento econômico. De acordo com Enos e Park (1988), a adoção é definida como uma sequência completa de decisões que determina como, quando, onde e com que consequências um indivíduo, uma empresa ou um país irão usar uma nova tecnologia. Esse processo é temporal e começa com a escolha de uma nova tecnologia, se estendendo até a sua efetiva instação, operação e aperfeiçoamento até que a mesma se torne completamente competitiva no mercado. A adoção de inovações radicais ou incrementais, que foram geradas internamente ou fora da empresa, através da compra, cópia ou imitação, tem grande relevância para o estudo da mudança tecnológica. A difusão caracteriza-se pela adoção de tecnologias geradas externamente ou concebidas pela empresa, que resulta em um processo contínuo de mudanças que permite à empresa dominar a tecnologia.

A difusão de novas tecnologias é tão importante quanto às inovações. A geração de novas idéias é o primeiro passo para o progresso tecnológico, mas sem a difusão, as inovações ficariam restritas a poucos indivíduos ou firmas específicas, e os impactos no desenvolvimento econômico poderiam ser irrelevantes (HALL, 2005). Segundo Torres (2012), a difusão é um processo social conflitante. Para o inovador, é importante a manutenção do monopólio sobre uma inovação, o que lhe garante lucros extraordinários como teorizado por Schumpeter (1934). Entretanto, o amplo uso de uma nova tecnologia pode elevar o padrão de vida da sociedade, com o uso de menos recursos ou a produção de mercadorias de melhor qualidade como teorizado por Rosenberg (1982). Além disso, a difusão não é um processo simples. Ela pode ocorrer por imitação, licenciamento, engenharia reversa, compra de equipamentos com a nova tecnologia incorporada, entre outros, além de depender da natureza da tecnologia, das possibilidades de apropriação (por exemplo, dos direitos de propriedade), dos conhecimentos e capacidades necessários à sua incorporação, etc (TORRES, 2012).

Da análise do impacto da mudança tecnológica no desenvolvimento econômico, surgiram diversos estudos sobre a adoção e difusão de tecnologia e seus determinantes. As teorias de adoção e difusão de inovações tecnológicas nasceram, principalmente, nas tradições da sociologia rural e médica, no início do século XX. Destas teorias, surgiu um dos primeiros

modelos de difusão de tecnologia, o modelo epidêmico. No entanto, foi no campo da economia que se observou um grande avanço no estudo dos processos de adoção e difusão de tecnologias, especialmente, no desenvolvimento de modelos complementares ao epidêmico.

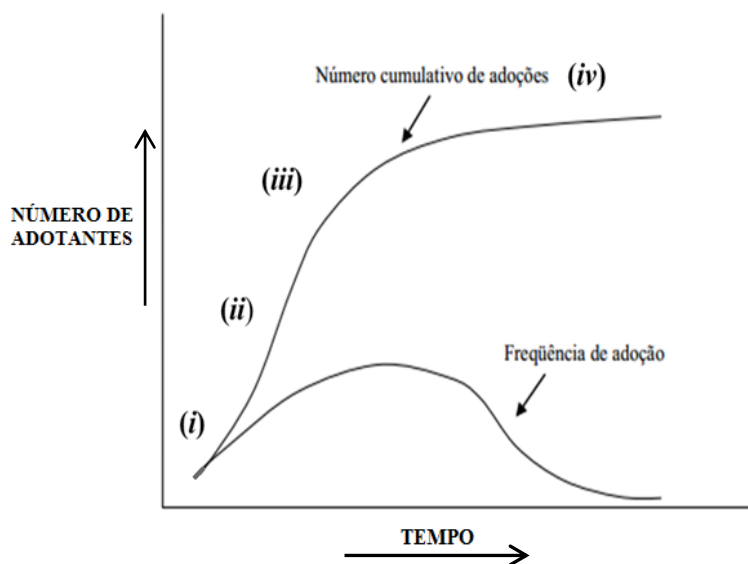
Há na literatura diversos modelos teóricos e empíricos dedicados ao estudo dos determinantes da adoção de tecnologias pelas firmas ou indivíduos. Estes modelos, segundo Bocquet et al. (2007), são originários de duas abordagens teóricas distintas. A primeira abordagem considera a adoção de tecnologia como resultante de um processo de difusão tecnológica, em que fatores exógenos impulsionam ou retardam a adoção. A identificação desses fatores é o principal objetivo dos modelos empíricos oriundos da teoria de difusão de tecnologia. A segunda abordagem, tendo como base o trabalho de Milgrom e Roberts (1990), considera a adoção de tecnologia como um processo resultante da necessidade das firmas em complementar suas práticas organizacionais, estratégicas e tecnológicas.

Com relação à primeira abordagem, as principais questões que os modelos de difusão tecnológica buscam responder referem-se aos fatores que influenciam a velocidade e o tempo de adoção de uma tecnologia. Quando uma nova tecnologia é introduzida em um mercado, a sua adoção não é instantânea; algumas firmas (ou indivíduos) adotam-na rapidamente, enquanto outras postergam a sua adoção, mesmo a nova tecnologia sendo considerada mais vantajosa do que a(s) tecnologia(s) existente(s) (GEROSKI 2000; BOCQUET et al., 2007). Assim, os modelos de difusão tecnológica buscam, por meio de funções matemáticas, descrever um padrão de disseminação de uma tecnologia entre os potenciais adotantes, além de identificar possíveis diferenças entre os adotantes pioneiros e retardatários (GEROSKI, 2000). De acordo com Sarkar (1998), existem três modelos principais de difusão de tecnologia: (i) epidêmicos, (ii) de equilíbrio e (iii) de desequilíbrio.

Os modelos epidêmicos consideram a difusão como resultado de um processo de disseminação de informação, ou seja, a probabilidade de adoção de uma tecnologia cresce à medida que potenciais adotantes entram em contato com usuários da tecnologia e tornam-se cientes da sua existência. O tempo e a velocidade de difusão, portanto, dependem da frequência de contatos entre os usuários e potenciais adotantes da tecnologia (BOCQUET et al., 2007). Deste modo, o motivo pelo qual um potencial adotante pode estar prolongando a adoção de uma tecnologia é a falta de conhecimento sobre a mesma (GEROSKI, 2000). O aumento do número de adotantes promove o acúmulo de informação sobre a tecnologia, reduzindo o risco associado à sua adoção, fazendo com que novos potenciais adotantes desejem adotar a tecnologia. Assim, a mesma se difunde de forma semelhante a uma epidemia

pelo sistema. O número de potenciais adotantes é limitado e, à medida que a proporção de adotantes cresce, o número de potenciais adotantes diminui. Como resultado, ao longo do tempo, tem-se uma distribuição de frequência em forma de “sino” em relação ao número de novos adotantes. Já a frequência acumulada de adotantes ao longo do tempo cria uma curva de difusão tecnológica com formato sigmoide (“S”) (SOUZA FILHO, 1997).

Na Figura 1, são apresentados esses dois tipos de curvas. Como pode ser observado existem quatro fases distintas na curva de difusão de tecnologia: (i) uma fase inicial caracterizada pela introdução da tecnologia no mercado e por um pequeno número inicial de adotantes; (ii) uma fase de rápido crescimento com aceleração da taxa de adoção; (iii) uma fase de crescimento lento com a declinação da taxa de adoção devido a uma redução do número de potenciais adotantes e (iv) uma fase final de maturidade em que a difusão estaciona, atingindo um valor máximo em função da saturação do mercado ou da introdução de uma nova tecnologia (ROGERS, 1983; RUBAS, 2004). Geralmente, na fase (iv), o valor máximo da taxa de adoção ocorre antes mesmo que todos os potenciais adotantes tenham adotado a tecnologia. Isto ocorre por diversos motivos, como a falta de lucratividade e praticabilidade da tecnologia ou até mesmo a adoção de uma tecnologia mais nova (RUBAS, 2004).



**Figura 1** - Frequência absoluta e acumulativa do número de adotantes de uma tecnologia.

Fonte: Adaptada de Oliveira (2010).

A adoção de uma tecnologia muitas vezes é um processo mais demorado do que a própria disseminação da informação sobre a mesma. Isso decorre de dois aspectos relacionados a uma nova tecnologia denominados de “*hardware*” e “*software*”. O primeiro é o



componente físico da tecnologia, enquanto que o segundo refere-se ao conjunto de informações necessárias para utilizá-la de forma eficaz. Grande parte dessas informações é obtida por meio de experiência de uso, que podem ser transmitidas de pessoa para pessoa por meio do mecanismo popularmente denominado de “boca-a-boca”. A transmissão desse tipo de conhecimento aos potenciais adotantes ocorre por meio de comunicação direta com usuários da tecnologia que já acumularam experiência sobre a mesma. Isto pode explicar o motivo pelo qual uma tecnologia não é adotada instantaneamente, mesmo quando a sua existência é conhecida pelos potenciais adotantes. Deste modo, quanto maior o número inicial de usuários, maior a difusão da tecnologia (GEROSKI, 2000).

Usuários iniciais que adotam a tecnologia sem experiência prévia, provavelmente, apresentam características distintas daqueles que adotam a tecnologia posteriormente. Rogers (1983) classifica e caracteriza os grupos de usuários de uma tecnologia em função do seu tempo de adoção: (i) inovadores, grupo bastante reduzido de adotantes que são inusitadamente aventureiros com ímpeto de inovação; (ii) pioneiros, grupo de adotantes menos abertos e inovadores do que o primeiro, porém seus membros são líderes de opinião, sendo respeitados por outros participantes do sistema no qual estão inseridos; quando uma tecnologia adentra ao sistema, eles são naturalmente atraídos por ela, e seu comportamento irá representar um modelo para a massa; (iii) vanguardistas, grupo de adotantes que representa quase um terço dos participantes do sistema, sendo seus membros essenciais para alavancar o processo de difusão, adotando massivamente a tecnologia; (iv) tardios, grupo de adotantes geralmente céticos em relação às inovações tecnológicas, por isso, as adotam de maneira mais cautelosa e tardiamente, por pressão do sistema; (v) retardatários, grupo de adotantes bastante cautelosos sobre a adoção de novas tecnologias, pois necessitam de certeza absoluta antes de sua adoção, tendo como única referência o comportamento de outros adotantes (ROGERS, 1983).

De acordo com Sarkar (1998), o modelo epidêmico apesar de não possuir fundações teóricas robustas, é considerado um importante ponto de partida para os estudos envolvendo o processo de difusão, sendo utilizado em diversas áreas, como economia, sociologia e marketing. Ele confirma algumas regularidades empíricas comuns ao processo de difusão: a adoção de uma tecnologia leva tempo, a taxa de difusão varia entre firmas, setores e tecnologias e o padrão de difusão, geralmente, segue uma curva sigmoide. Além disso, o modelo é fácil de estimar, pois pode ser representado por uma curva logística ou uma curva logística modificada, cujos parâmetros podem ser estimados usando Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) (SARKAR, 1998). No modelo epidêmico, o processo de difusão é tratado

como um estado inicial de desequilíbrio, criado pela introdução de uma nova tecnologia, que é corrigido pela disseminação da mesma, até atingir um nível de saciedade e um novo equilíbrio (GRILICHES, 1957).

O estudo de Griliches (1957) foi pioneiro, na área de economia, ao utilizar o modelo epidêmico para a análise do processo de difusão da adoção de tecnologia na agricultura. Esse autor investigou a difusão de milho híbrido nos Estados Unidos da América (EUA), levando em consideração os lucros esperados com a adoção dessa tecnologia como influenciadores do tempo e da velocidade de adoção. Esse autor estabeleceu uma relação indireta dos lucros esperados com a informação sobre a tecnologia, inserindo variáveis explicativas no modelo econométrico. Posteriormente, o trabalho de Mansfield (1961) utilizou a mesma abordagem para analisar a difusão de doze inovações tecnológicas na indústria de manufatura dos EUA. No entanto, para esse autor, a difusão era vista como um processo de imitação, no qual as firmas adotavam tecnologias que já haviam sido adotadas pelas firmas inovadoras. Além disso, a velocidade de adoção era influenciada pelo risco do investimento que decrescia à medida que se acumulavam mais informação e experiência. Essa pressuposição trouxe um refinamento na base conceitual do modelo epidêmico (FURTADO, 2006).

Apesar dos avanços resultantes dos trabalhos de Griliches (1957) e Mansfield (1961), algumas limitações ainda prevalecem no modelo epidêmico, incluindo: (i) a explicação do processo de difusão somente a partir do momento que um número significativo de primeiros usuários começa a utilizar a tecnologia, e não a partir do momento de sua invenção; (ii) a única fonte de informação sobre a tecnologia é o contato pessoal com usuários; (iii) a aquisição de informação é insatisfatória, pois as firmas (ou indivíduos) são consideradas “receptores passivos”, ou seja, que não buscam informações; (iv) a falta de melhorias na tecnologia com o decorrer do tempo; (v) as mudanças na lucratividade da adoção ao longo do processo não são consideradas, ou seja a lucratividade é estável; (vi) o número de potenciais adotantes é constante durante o período de difusão; (vii) a inexistência de tecnologias concorrentes; (viii) as características da tecnologia, bem como as mudanças nas preferências dos adotantes, não influenciam a sua adoção; (ix) a redução do risco é atribuída somente à comunicação entre usuários e potenciais adotantes, descartando possíveis melhorias introduzidas por usuários e/ou fornecedores; esses últimos também não são supostos de interferir, intencionalmente, na redução do risco por meio de maior comunicação ou atividade de *marketing*, (x) a homogeneidade das características dos adotantes e (xi) a análise de dados

agregados dos adotantes em detrimento de análises de decisão individual das firmas (ou indivíduos) (SOUZA FILHO, 1997; SARKAR, 1998; CONTE, 2006; FURTADO, 2006).

Como apresentado até o momento, no modelo epidêmico, a difusão de tecnologia é condicionada pela difusão de informação. Como a população de potenciais adotantes é homogênea, não há custos com a transferência de conhecimento entre usuários e potenciais adotantes, que assumem um mesmo comportamento diante de uma nova tecnologia. Deste modo, a aprendizagem é rápida e o conhecimento é transmitido facilmente. Por outro lado, em populações heterogêneas, a transferência de conhecimento gera custos de informação, impedindo muitas vezes que os agentes adquiram a informação completa sobre a tecnologia e o seu uso. Além disso, o grau de aversão ao risco dos indivíduos afeta a sua reação frente à incerteza do aprendizado incompleto. Os novos modelos empíricos desenvolvidos a partir dos modelos epidêmicos buscaram superar muitas de suas limitações, incorporando em suas análises os efeitos dos custos de informação, da aversão ao risco, das características específicas das firmas (ou indivíduos), entre outros (GEROSKI, 2000).

O modelo de Bass (1969) pode ser considerado uma extensão do modelo epidêmico, por introduzir uma segunda fonte de informação sobre a tecnologia. Nesse modelo, os potenciais adotantes podem se tornar cientes de uma tecnologia por meio de contatos pessoais (fonte interna), assim como no modelo epidêmico, ou por meio de propaganda e comunicação em massa (fonte externa). A existência de duas fontes de informação permite a identificação de certa heterogeneidade entre os adotantes: os indivíduos que adotam a tecnologia levando em consideração as fontes externas de informação são denominados inovadores e aqueles que levam em consideração as fontes internas são denominados imitadores. A heterogeneidade entre os adotantes baseada no tempo de adoção da tecnologia, aliada à propensão em confiar em diferentes fontes de informação, base do modelo de Bass (1969), configuraram-se como avanços importantes para o modelo epidêmico.

Os modelos de equilíbrio<sup>8</sup> focam, principalmente, na análise das decisões individuais de adoção de firmas ou indivíduos. Esses modelos incorporaram os pressupostos da teoria neoclássica do mecanismo de equilíbrio, racionalidade perfeita e informação completa, assumindo que a decisão de adoção pelas firmas (ou indivíduos) é resultado do comportamento de maximização do custo (preço) *versus* benefício da adoção em um ambiente onde a informação sobre a tecnologia é completa, ou seja, amplamente conhecida e

---

<sup>8</sup> Esses modelos recebem essa denominação por pressuporem que, em qualquer período de tempo, a adoção de tecnologia se estende somente até o ponto onde esse processo é considerado lucrativo, assegurando o equilíbrio em cada ponto da curva padrão de difusão tecnológica (DIEBOLT et al., 2016).

compartilhada entre os potenciais adotantes. Portanto, não existem incertezas sobre os benefícios oriundos da adoção. Deste modo, sempre que um potencial adotante considerar a tecnologia lucrativa irá adotá-la (CAMERANI, 2011).

Nos modelos de equilíbrio, os custos com a adoção se reduzem com o tempo e os benefícios esperados com a adoção dependem dos efeitos das características específicas das firmas (ou indivíduos). Em virtude desses efeitos, algumas firmas (ou indivíduos) poderão obter com a adoção, benefícios superiores às outras, uma vez que esse processo é custoso e associado a retornos diferentes para os adotantes. Um determinado valor crítico (*threshold*) associado às características das firmas (ou indivíduos) separa os adotantes dos não adotantes (GEROSKI, 2000; BOCQUET et al., 2007; CAMERANI, 2011).

Um dos modelos de equilíbrio mais conhecido é o modelo sobre os efeitos de classificação (*rank effects models*), desenvolvido por David (1966). Esse modelo, que surgiu da análise do processo de adoção da debulhadora mecânica por produtores rurais dos EUA, constatou que a principal característica condicionadora de sua adoção era o tamanho da fazenda, que deveria ser grande o suficiente para conferir economias de escala e, portanto, benefícios da adoção. Acima de um determinado valor crítico (*threshold*) de tamanho, calculado por meio do modelo econométrico *probit*, os produtores poderiam adotar essa tecnologia. No entanto, o fator que modificava o valor crítico do tamanho relacionava-se ao aumento dos salários da mão-de-obra que resultava no aumento dos custos de produção, tornando a adoção vantajosa para um número cada vez maior de propriedades rurais (CAMERANI, 2011). Nesse modelo, existem três formas de se elevar a difusão: (i) pelo aumento do tamanho das empresas, (ii) pelo baixo custo de aquisição da nova tecnologia em relação aos salários e (iii) pelo aumento da produtividade da nova tecnologia (FURTADO, 2006)<sup>9</sup>.

O tamanho das firmas é constantemente usado como variável crítica para distinguir os adotantes dos não adotantes de tecnologias, incluindo o modelo proposto por David (1966). No entanto, Olmstead e Rhode (1993) mostraram que o uso dessa variável implica em algumas limitações do modelo de David (1966). Esses autores identificaram casos na agricultura norte-americana, em que pequenas propriedades adotavam tecnologias em conjunto, diminuindo a importância do nível crítico. Camerani (2011) também fez considerações importantes sobre outras limitações do modelo de David (1966). Segundo esse autor, as diferenças entre os adotantes não são os reais determinantes do processo de difusão;

---

<sup>9</sup> Como pode ser observado, a adoção de tecnologias na agricultura pode ser influenciada pelos preços dos *inputs*, de acordo com a TII de Hayami e Ruttan (1971).

elas somente determinam o estado de equilíbrio de um sistema. A difusão depende de fatores (forças) exógenos capazes de deslocar o equilíbrio ao longo do tempo.

Outros modelos foram desenvolvidos com o intuito de aprofundar as análises do modelo de David (1966), entre eles, o modelo de Davies (1979). Esse modelo relacionou o lucro esperado com a adoção de tecnologias por firmas norte-americanas, com as características das tecnologias e das firmas. O lucro esperado foi definido por um período de *payback*, com o valor crítico do mesmo se reduzindo à medida que aconteciam melhorias tecnológicas. Essas melhorias são resultantes do processo de aprendizagem (*learning-by-doing*) dos fornecedores e da propensão dos potenciais adotantes em melhorar suas visões sobre a rentabilidade da adoção. Esses fatores, por sua vez, reduzem os custos de produção. O período de *payback* também se modificava em função das características das firmas, como tamanho e atributos técnicos, a exemplo da natureza dos demais dos produtos, os processos em uso e as características dos insumos (FURTADO, 2009). Deste modo, a adoção de tecnologia ocorre quando um conjunto de variáveis explicativas do modelo econométrico atinge um nível crítico aceitável definido pelas firmas (SOUZA FILHO, 1997; CONTE, 2006).

Apesar de suas limitações, os modelos de David (1966) e Davies (1979), também chamados de modelos *probit*, trouxeram grandes avanços no estudo do processo de difusão de tecnologia. Esses modelos incorporaram ao processo de difusão tecnológica, os pressupostos da teoria neoclássica, sendo base para o desenvolvimento de outros modelos. Eles também enriqueceram muito a percepção da economia acerca da difusão tecnológica, ao considerarem populações heterogêneas de potenciais adotantes, em que uma diversidade de características é capaz de influenciar nas decisões econômicas relacionadas a uma nova tecnologia. Deste modo, esses modelos permitem identificar, ao nível da firma, potenciais determinantes da difusão de tecnologia, que podem influenciar na velocidade de difusão de uma determinada tecnologia. Convém ressaltar que as informações resultantes do conhecimento desses determinantes têm grande importância na formulação de políticas públicas, podendo acelerar ou retardar a difusão de uma tecnologia (GEROSKI, 2000). Além disso, os modelos *probit* também consideraram no processo de difusão, a possibilidade de aprendizagem pelo lado dos fornecedores das novas tecnologias (FURTADO, 2006).

O modelo de equilíbrio de Stoneman (1981; 1983) propôs que a difusão de uma tecnologia também pode ser influenciada pelo aprendizado econômico das firmas, com os adotantes mudando de tecnologia após a atualização de suas percepções em relação aos

retornos oriundos da adoção. Esse aprendizado pelos usuários leva a mudanças do *mix* no qual a firma pretende usar das duas tecnologias, antiga e nova. As diferentes percepções de retorno das firmas implicarão na adoção de tecnologias em diferentes períodos. De acordo com Furtado (2006), a incorporação da competição e a coexistência entre velhas e novas tecnologias, são as principais contribuições desse autor para os modelos de difusão tecnológica.

Os modelos de equilíbrio de estoque (*stocks models*) foram desenvolvidos com o intuito de analisar a influência das estratégias das firmas na adoção de tecnologia, componente negligenciado nos modelos até então descritos. Esses modelos partem do pressuposto que os potenciais adotantes estão inseridos em um sistema social que pode influenciar a sua decisão de adotar determinada tecnologia. O acúmulo de usuários (*stock*), devido ao processo de difusão da tecnologia antes do processo de adoção da mesma, pode influenciar a decisão de potenciais adotantes. Os *stock models*, baseados na teoria dos jogos, analisam os motivos pelos quais, mesmo com informação perfeita, firmas com características de capital idênticas (firmas homogêneas), perfeitamente racionais e apresentando comportamento maximizador de lucro, podem diferir em suas datas de adoção de tecnologia.

No modelo *stock* proposto por Reinganum (1981), a adoção de uma tecnologia pode melhorar o lucro da firma devido à redução dos custos de produção. Assim como em outros modelos, o custo de adoção de uma nova tecnologia diminui com o tempo. Entretanto, nesse modelo, os benefícios esperados pela adoção também se reduzem com o tempo, à medida que a diminuição dos custos de produção leva a uma redução dos preços dos *outputs* da firma. Nesse contexto, a adoção de uma tecnologia mais cedo por uma firma resulta em altos custos de implantação, em contrapartida os preços mais altos de venda dos *outputs* resultam em lucros maiores. Quando uma tecnologia é adotada tardiamente, embora o seu preço de implantação seja menor, o lucro também será menor. Desse modo, a escolha da melhor estratégia de tempo (*timing*) de adoção da tecnologia é feita de forma racional, baseada em possíveis comportamentos dos competidores, levando em consideração que a partir de um determinado número de usuários, a implantação da tecnologia não é rentável. De acordo com Karshenas e Stoneman (1995), os modelos de estoque modificam o modelo proposto por David (1966) e modelos derivados dele, introduzindo a premissa que os benefícios da adoção não são independentes do número de usuários da nova tecnologia.

Outros modelos de equilíbrio (por exemplo, os *order models*) procuram mensurar efeitos adicionais do número de usuários prévios (*stock*) de uma tecnologia, ao considerar que

os benefícios da sua adoção dependem da posição da firma na ordem de adoção. De acordo com Karshenas e Stoneman (1993), a premissa básica desses modelos baseia-se no fato de que adotantes precoces podem adquirir benefícios maiores devido às vantagens de serem pioneiros (*first-movers*) (FUDLUNBERG e TIROLE, 1985). Quanto maior o tempo para a adoção de uma tecnologia por uma firma, menos benefícios serão obtidos, devido à maior dificuldade de obtenção de recursos, como mão-de-obra qualificada, contratos de fornecimento, terra privilegiada, entre outros, que se tornam cada vez mais escassos com o passar do tempo (FUSARO, 2009).

Os modelos apresentados até o momento buscam identificar os determinantes do processo de difusão, levando em consideração, principalmente, aspectos associados à demanda (*demand-side*). Esses modelos, de um modo geral, pressupõem que a difusão de uma tecnologia em um sistema é dependente do seu conhecimento, como afirmado pelo modelo epidêmico e seus complementares, das características individuais dos potenciais adotantes, das estratégias adotadas pelos mesmos e da lucratividade resultante da adoção da tecnologia, como afirmado pelos modelos de equilíbrio. Esses últimos, a exemplo dos modelos *probit* e Stoneman (1981/1983), ainda consideraram o processo de aprendizagem dos fornecedores, que resulta em melhorias tecnológicas, e aprendizado econômico dos usuários, que resulta em melhorias em suas visões sobre a rentabilidade da adoção, como fatores capazes de influenciar no processo de difusão de novas tecnologias (FURTADO, 2006; SURINACH et al., 2009).

De acordo com Furtado (2006), apesar dos modelos de equilíbrio terem avançado bastante na teoria ao incorporar o processo de aprendizado obtido com a difusão de uma nova tecnologia, faltou-lhes tentar explicar as complementaridades e contradições que existem entre os processos de aprendizagem pelo lado da oferta (fornecedores) e demanda (usuários). Além da importância da lucratividade dos que produzem a nova tecnologia. Esse último fator foi explorado por Metcalf (1981). Para esse autor, a lucratividade do fornecedor depende do preço final da inovação, da tecnologia usada para produzi-la e dos custos dos insumos. O preço final de uma inovação tende a cair, conforme aumenta a concorrência com novos fornecedores que adentram ao mercado fabricando a nova tecnologia. Por outro lado, os preços dos insumos evoluem no sentido contrário. Em decorrência desse duplo fenômeno, ter-se-ia com o tempo, uma queda final do preço do produto e aumento nos custos de produção, resultando na redução dos lucros dos fornecedores e em um esgotamento do processo de difusão da nova tecnologia.

O modelo de Metcalf é bastante inspirado em Schumpeter ao pressupor a progressiva queda do lucro extraordinário do inovador devido ao aumento do número de imitadores e da difusão. Entretanto, para esse autor, ao contrário de Schumpeter, o ambiente onde a difusão ocorre não é estático, mudando em decorrência desse processo, que vem acompanhado da introdução de melhoramentos tanto pelo lado da demanda como da oferta, o que implica no deslocamento de tais curvas e em mudanças nos pontos de equilíbrio. O deslocamento das curvas pode ocorrer devido ao crescimento econômico, às inovações complementares, às economias de escala pelo lado da oferta e pelo *learning-by-doing* pelo lado da oferta e da demanda. As análises do processo de difusão feitas por Metcalf são bem próximas às que seriam elaboradas pela corrente evolucionária, ao deslocar a dinâmica da difusão de uma nova tecnologia da lucratividade do adotante para a do fornecedor (FURTADO, 2006).

Os modelos de difusão tecnológica desenvolvidos sob a perspectiva da teoria econômica evolucionária originaram-se, principalmente, das críticas feitas por esses correntes a vários pressupostos básicos da teoria neoclássica, como a informação perfeita, a racionalidade perfeita dos agentes e a noção de difusão como um processo contínuo e de equilíbrio (CAMERANI, 2011). Esses modelos, também chamados de modelos de desequilíbrio, sugerem que o principal motivo pelo qual uma tecnologia não é adotada instantaneamente, relaciona-se ao comportamento dos fornecedores, sendo os determinantes da difusão associados, principalmente, à oferta (*supply-sided*).

De acordo com Rosenberg (1982), a capacidade dos fornecedores em fazer melhorias constantes nas tecnologias, adaptando-as aos diferentes contextos e diferentes necessidades dos potenciais usuários, e também reduzindo seus custos ao longo do tempo, podem influenciar a adoção de tecnologia. Deste modo, potenciais adotantes podem postergar a adoção de uma tecnologia, esperando por inovações tecnológicas com as características desejadas ou uma redução de preço. Esse modelo explica tanto o motivo pelo qual uma tecnologia demora em ser adotada e o formato sigmoide da curva de difusão, como o motivo pelo qual algumas tecnologias se difundem mais rapidamente do que outras. Para esse autor, a difusão consiste, sobretudo, em um processo de inovações incrementais associadas às inovações radicais, capazes de afetar de forma decisiva a atratividade econômica da tecnologia original.

Além da importância atribuída às inovações introduzidas pelos fornecedores, Rosenberg (1982) também enfatiza a importância das inovações sugeridas/introduzidas pelos usuários da tecnologia, propondo o termo *learning-by-using* em complemento ao *learning-by-*



*doing*, que resulta da experiência acumulada dos fornecedores. Esse autor considera um conjunto complexo de transformações resultantes desses aprendizados, do qual faz parte a difusão: (i) o aperfeiçoamento dos inventos, (ii) o desenvolvimento de habilidades técnicas dos usuários, (iii) o desenvolvimento de habilidades na fabricação de máquinas, (iv) a complementariedade entre diferentes técnicas dentro da atividade de produção, (v) o aperfeiçoamento em paralelo da velha e da nova tecnologia e (vi) o contexto institucional.

As inovações progressivas ou incrementais, que acompanham as inovações radicais, dão sustentação à difusão tecnologia. A análise da difusão, dentro de um conjunto interdependente de outras inovações localizadas no tempo e no espaço, representa uma importante mudança de perspectiva. O ênfase desloca-se do modelo de difusão isolada de cada inovação discreta para uma sucessão de inovações relacionadas entre si associadas à emergência, crescimento e maturidade e, às vezes, declínio de uma indústria (FURTADO, 2006).

Os modelos de desequilíbrio também conferem grande importância aos mecanismos de seleção pelo mercado, ou seja, a adoção de uma tecnologia errada ou a adoção em um período inoportuno por uma firma resulta em perda significativa de sua competitividade. Essas importantes decisões são tomadas por agentes com racionalidade limitada e em um ambiente com informação incompleta sobre a tecnologia e sobre os outros potenciais adotantes (CAMERANI, 2011).

Outros modelos de desequilíbrio incluem os modelos de seleção e os *density dependent multiple-equilibria models*. Os modelos de seleção pressupõem que a difusão é resultado de um processo de seleção competitiva entre tecnologias rivais. As vantagens competitivas de diferentes tecnologias combinadas ao comportamento estratégico dos potenciais adotantes determinam como cada tecnologia irá se difundir em relação às outras. Os potenciais adotantes possuem racionalidade limitada e informação incompleta sobre as tecnologias, assim, os primeiros usuários irão escolher determinada tecnologia com base em diferentes critérios, incluindo conhecimentos práticos, mesmo sem fundamentação científica (*rules of thumb*). O processo de difusão é endógeno e alavancado por sinais gerados pelos primeiros usuários, como *feedbacks* de informação sobre a tecnologia ou lucratividade resultante da adoção. Em um sistema em desequilíbrio, a difusão tecnológica é considerada um ajuste que pode permitir o reequilíbrio do sistema quando a melhor tecnologia é adotada (CAMERANI, 2011).

Nos *density dependent multiple-equilibria models*, o foco é a difusão de tecnologias competitivas. A presença de interdependência entre as decisões de adotantes potenciais, gerando retornos crescentes decorrentes da adoção, e a sujeição do processo de difusão à ocorrência de pequenos distúrbios, como as diferenças entre os adotantes, ou outros eventos históricos, são características desses modelos. Esses eventos não podem ser previstos e aparecem de forma aleatória, podendo influenciar significativamente a difusão de determinada tecnologia rival. Esses modelos não asseguram que a melhor tecnologia seja adotada pelos potenciais adotantes, a difusão é dependente de decisões anteriores (*path-dependence*), com a possibilidade de uma tecnologia dominante (*lock-in*), mesmo que inferior, seja adotada (ARTHUR, 1989; CAMERANI, 2011).

Até o momento, a adoção de tecnologia foi apresentada como resultado de um processo de difusão tecnológica. Porém, Bocquet et al. (2007) sugerem que a adoção também pode ser resultado de um processo estratégico de complementariedade tecnológica, estratégica e organizacional das firmas. Milgrom e Roberts (1990) foram um dos primeiros autores que estudaram esse processo com base na indústria automobilística. Para esses autores, a adoção de tecnologias de informação pelas firmas somente irá gerar um melhor desempenho das mesmas se houver associação com outras práticas da firma, incluindo: (i) produção orientada para economia de escopo e não de escala; (ii) melhoramentos contínuos de produtos e processos; (iii) trabalho com mercados-alvo ao invés de *marketing* de massa; (iv) descentralização dos processos de tomada de decisões; (v) ênfase nos custos e na qualidade, ao invés do volume produzido; (vi) baixos estoques; (vii) alta reatividade às demandas dos clientes e (viii) dependência de fornecedores externos.

Como pode ser visto, os modelos tradicionais (neoclássicos) e evolucionários forneceram informações importantes para o entendimento dos processos de adoção e difusão e seus determinantes. Para a análise dos fatores que afetam a adoção de irrigação, o modelo conceitual desta tese se baseou, especialmente, nos fatores que influenciam a adoção de tecnologia levando em consideração o lado da demanda, ou seja, os citricultores. Foi analisado, principalmente, o acesso às informações sobre a tecnologia e as características dos potenciais adotantes, como teorizados pelos modelos epidêmicos e *probit*, como os possíveis fatores capazes de afetar o uso dessa tecnologia. A escolha pelo uso desses modelos como base deu-se devido, especialmente, a natureza dos dados obtidos com a pesquisa de campo, conforme será detalhado no capítulo 3. Os dados foram coletados em *cross-section*, o que não permitiu a análise de fatores que mudam ao longo do tempo, como possíveis melhorias

tecnológicas nos sistemas de irrigação (fruto do *learning-by-doing* dos fornecedores), os preços dos equipamentos, o aprendizado dos usuários (*learning-by-using*), entre outros fatores, como teorizado pelos modelos evolucionários.

## **CAPÍTULO 3 - MÉTODOS DA PESQUISA**

Neste capítulo, são descritos os métodos empregados para a obtenção dos dados secundários e primários utilizados na pesquisa. Os primeiros serviram de base para a elaboração das revisões bibliográficas tradicionais e sistemática, permitindo a construção de hipóteses acerca dos fatores que determinam a adoção de irrigação na citricultura. Estas hipóteses, por sua vez, foram testadas utilizando os dados obtidos com a pesquisa de campo. Este capítulo também descreve como foi definida a amostra, como os dados primários foram coletados e os métodos estatísticos e econométricos utilizados para sua análise.

### **3.1. Métodos de obtenção dos dados secundários**

As revisões bibliográficas tradicionais apresentadas nesta tese (capítulos 4 e 5) foram construídas com base em dados secundários obtidos na literatura, especialmente nos sites de associações, institutos, fundações e entidades específicas do setor citrícola, e nas principais bases de dados agrícolas nacionais, tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto de Economia Agrícola (IEA). Adicionalmente, optou-se por fazer uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) envolvendo os determinantes da adoção de tecnologias de irrigação. Esse tipo de revisão, juntamente com as outras revisões bibliográficas, permitiu a construção de hipóteses mais acuradas sobre os fatores que poderiam afetar a adoção de irrigação na citricultura. A forma como a RBS foi elaborada é descrita na seção a seguir. A mesma, no entanto, é apresentada no capítulo 6 desta tese.

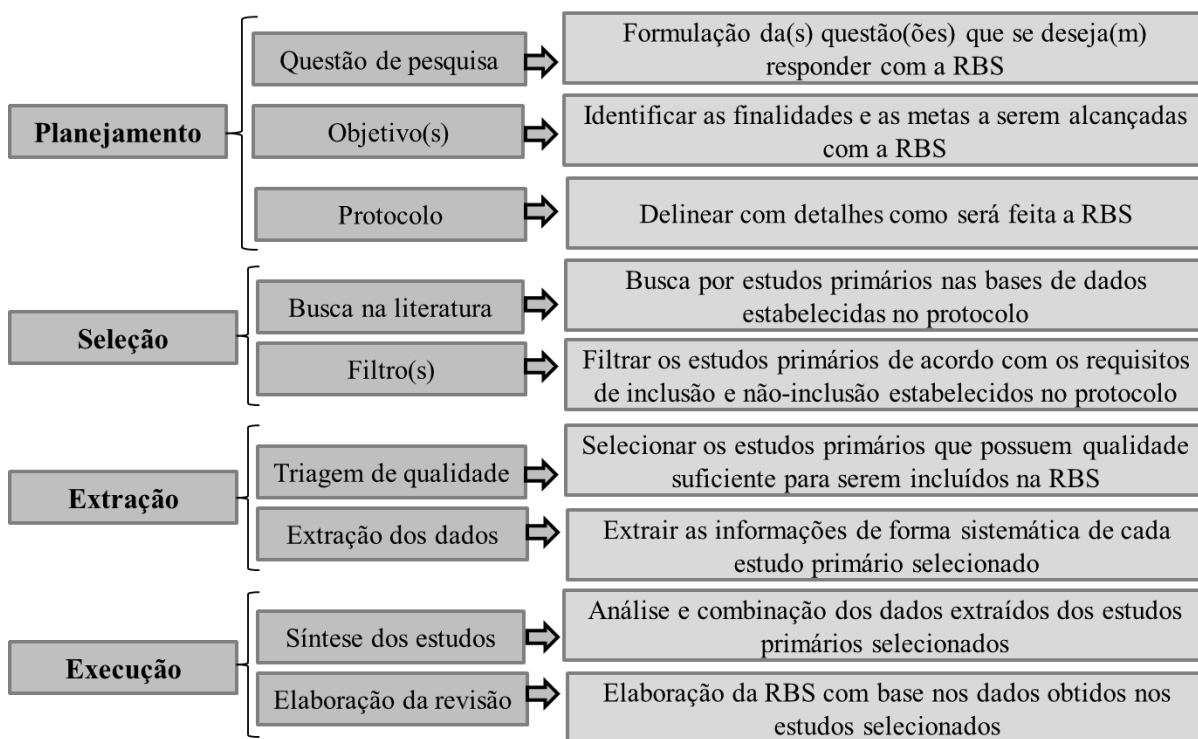
#### **3.1.1. Revisão Bibliográfica Sistemática**

Diferentemente das revisões tradicionais, que sumarizam uma grande quantidade de estudos de maneira não sistemática e crítica, a RBS utiliza um conjunto de métodos científicos que visa limitar os erros sistemáticos (*viases*) e identificar, avaliar e sintetizar todas as contribuições mais pertinentes de determinado tema. Com isso, é possível responder a uma pergunta em particular ou a um conjunto de perguntas (PETTIGREW e ROBERTS, 2005). Desta forma, a RBS caracteriza-se por ser um estudo secundário que depende de estudos primários para sua elaboração, podendo ser considerada como um novo método de pesquisa, semelhante, em muitos aspectos, ao *survey*, porém, tendo como alvo a literatura (PETTIGREW e ROBERTS, 2005; OKOLI e SCHABRAM, 2010).

Ao compilar as contribuições mais relevantes do tema de interesse, a RBS permite identificar lacunas na teoria e nas pesquisas recentes, fornecer embasamento e modelos teóricos para posicionar apropriadamente novos temas e oportunidades de pesquisa, criar

novas hipóteses sobre um determinado tema ou, até mesmo, contestar ou validar hipóteses já existentes (CONFORTO et al., 2011).

A composição de uma RBS inicia-se com o seu planejamento. Primeiramente, formula-se uma ou mais questões que dizem respeito ao tema de interesse, com o intuito de obter informações dos estudos primários e para o delineamento dos objetivos da RBS (BIOLCHINI et al., 2007). Ainda dentro do planejamento, elabora-se um protocolo que descreve e justifica a questão de pesquisa, detalhando os critérios utilizados para identificar, selecionar, avaliar e sintetizar os estudos primários que serão incluídos na RBS (PETTIGREW e ROBERTS, 2005; BIOLCHINI et al., 2007). Após a fase de planejamento, inicia-se a seleção dos estudos, a extração das informações importantes dos mesmos e a execução da RBS. As etapas e subetapas da elaboração de uma RBS são apresentadas na Figura 2.



**Figura 2** - Descrição das etapas e subetapas da elaboração de uma RBS.

Fonte: Adaptada de Okoli e Schabram (2010).

A RBS elaborada nesta pesquisa utilizou como referência as etapas e subetapas apresentadas na Figura 2. O planejamento da RBS baseou-se no objetivo geral estabelecido na presente tese: identificar e analisar os fatores determinantes da adoção de irrigação nos pomares de laranja localizados na região centro-norte do Estado de São Paulo. Assim, a busca na literatura por estudos empíricos que trouxessem informações sobre fatores que influenciam

a adoção de sistemas de irrigação na agricultura foi fundamental. Nesse sentido, a questão de pesquisa que norteou essa RBS denominou-se: “*quais os determinantes da adoção de tecnologias de irrigação na agricultura?*”. Assim, a RBS objetivou a obtenção de informações que auxiliassem na construção das hipóteses da pesquisa.

O protocolo de pesquisa elaborado para a RBS é apresentado no Quadro 1. Nele, apresenta-se o título da RBS, a questão de pesquisa, os objetivos, os critérios de inclusão, exclusão e análise dos estudos primários, as estratégias de pesquisa, os critérios de busca e o período em que a RBS foi elaborada.

**Quadro 1 - Protocolo geral da RBS.**

<b>Título</b>	Determinantes da adoção de irrigação na agricultura
<b>Questão de pesquisa</b>	Quais os determinantes da adoção de tecnologias de irrigação na agricultura?
<b>Objetivos</b>	Identificar e analisar os determinantes da adoção de tecnologias de irrigação na agricultura
<b>Crítérios de inclusão de estudos</b>	Foram incluídos na seleção, estudos (quantitativos ou qualitativos) utilizando qualquer tipo de metodologia de coleta e análise de dados que tinham como objetivo identificar fatores que influenciam na adoção de qualquer tipo de sistema de irrigação na agricultura.
<b>Crítérios de exclusão de estudos</b>	Foram excluídos da seleção todos os estudos abordando: (i) a adoção de sistemas de gerenciamento e/ou controle de irrigação (por exemplo, irrigação de precisão), (ii) a adoção de equipamentos constituintes de sistemas de irrigação (por exemplo, canos) e/ou sistemas que utilizem diferentes fontes de água para irrigação (por exemplo, água de lavagem de colheitas), (iii) a adoção de irrigação e de tecnologias e/ou práticas de forma conjunta, (iv) a troca de um sistema de irrigação menos eficiente no uso de água por outro mais eficiente (adoção secundária), (v) estudos repetidos e/ou não disponíveis integralmente, (vi) a pré-disposição do produtor em adotar irrigação, (vii) a adoção de culturas irrigadas (por exemplo, arroz) e (viii) estudos que não abordam fatores que influenciam a adoção de irrigação na agricultura.
<b>Crítérios de análise dos estudos</b>	Para a tomada de decisão em relação à inclusão ou exclusão de um determinado estudo, realizou-se a leitura do resumo/ <i>abstract</i> do mesmo. Em caso de estudos repetidos, não se efetuou a leitura do resumo/ <i>abstract</i> .
<b>Estratégia de pesquisa</b>	* <b>Bases internacionais:</b> <i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i> . * <b>Bases nacionais:</b> <i>Scientific Electronic Library Online (Scielo)</i> e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP.
<b>Crítérios de busca nas bases de dados</b>	<b>Palavras-chave:</b> foi utilizada uma combinação de 45 palavras-chave nas bases internacionais e cinco palavras-chave nas bases nacionais. <b>Operador-booleano:</b> AND <b>Idiomas:</b> português e inglês <b>Tipos de estudos:</b> artigos publicados em periódicos e em congressos, dissertações e teses.
<b>Período de elaboração da RBS</b>	A RBS foi elaborada entre janeiro de 2014 e outubro de 2015.

Fonte: elaborado pela autora.

As bases de dados internacionais (*Web of Science* e *Scopus*) foram escolhidas com base em um estudo de Buchinger et al. (2014), no qual os autores analisaram 40 mecanismos de buscas acadêmicas e classificaram as duas bases internacionais utilizadas na RBS, entre as três melhores com relação à disponibilidade de recursos de busca. As bases nacionais (*Scielo*

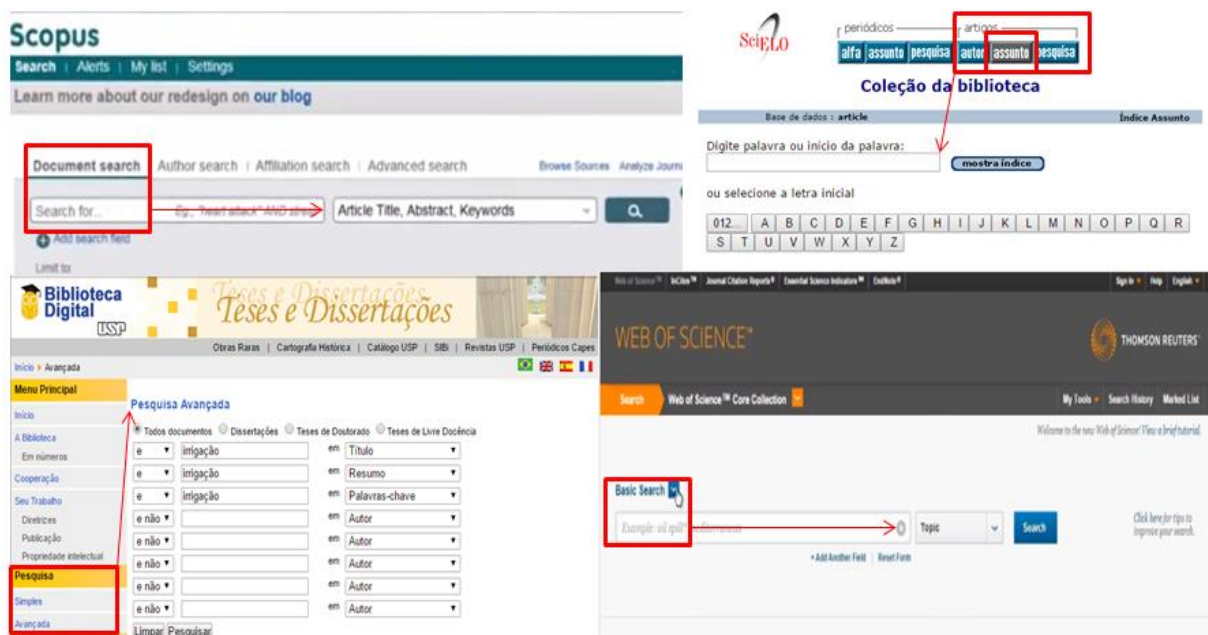
e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP) foram escolhidas por abrangerem um grande número de periódicos e de dissertações e teses brasileiras.

A pesquisa por estudos primários nas bases internacionais foi feita utilizando uma combinação de 45 palavras-chave associadas<sup>10</sup> entre si pelo operador booleano “AND”, que busca todos os termos digitados. As palavras-chave foram utilizadas em inglês e com asteriscos, de forma que as buscas mostrassem todas as palavras que contivessem os radicais indicados, aumentando a abrangência dos artigos selecionados. Nas bases de dados nacionais, foram utilizadas cinco palavras-chave em português. O uso de diferentes palavras-chave nas bases internacionais e nacionais visou adaptar as buscas para que os resultados retornassem o maior número de artigos pertinentes ao tema analisado.

A Figura 3 indica os locais em que foram feitas as buscas em cada uma das bases utilizadas. Na base *Scopus*, utilizou-se o campo “*Document Search*” e selecionou-se a busca em “*Article Title, Abstract, Keywords*”. Na base *Web of Science*, utilizou-se o campo “*Basic Search*” e selecionou-se a busca em “*Topic*”, que procura as palavras-chave em “*Title; Abstract; Author Keywords; Keywords Plus*®”. Na base *Scielo*, utilizou-se o campo “artigos” e “todos os índices”. Na base de Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, utilizou-se o campo “Pesquisa avançada” e selecionou-se a busca em “Todos os documentos”, no “Título”, no “Resumo” e nas “Palavras-chave”, concomitantemente. Em cada uma das bases internacionais foi realizada um total de 45 buscas, na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, foram realizadas três buscas e na *Scielo*, foram realizadas duas buscas.

---

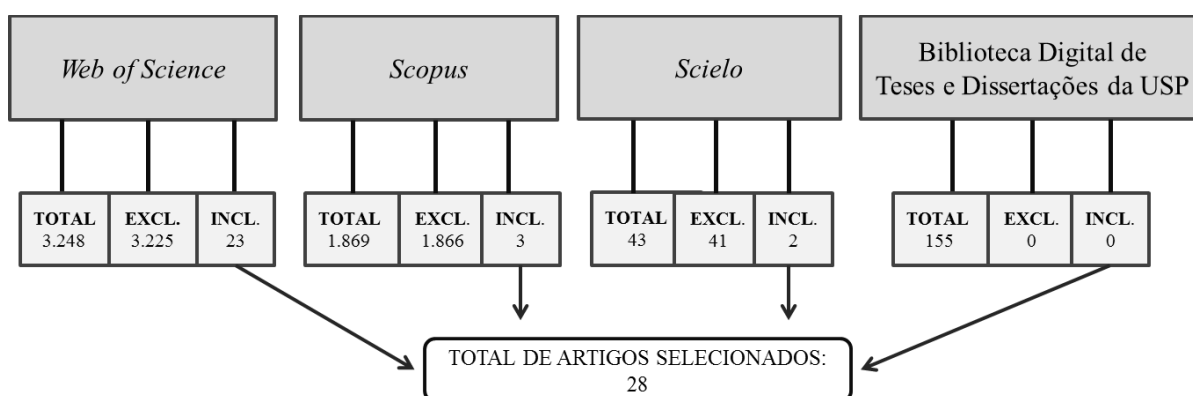
<sup>10</sup> A realização de várias buscas por meio de diversas palavras-chave teve o intuito de abranger ao máximo a literatura sobre o tema. Inicialmente, a escolha das palavras-chave levou em consideração termos gerais para abranger um grande número de trabalhos. Porém, com o andamento da revisão e leitura dos resumos/*abstracts*, alguns termos mais específicos foram encontrados e adicionados como palavras-chave, tais como os nomes dos principais tipos de sistemas de irrigação utilizados ao redor do mundo. Essa técnica é utilizada nas revisões sistemáticas elaboradas no âmbito da *Campbell Systematic Reviews*.



**Figura 3** - Mecanismos de buscas nas bases de dados nacionais e internacionais utilizadas para a composição da RBS.

Fonte: elaborada pela autora a partir das bases de dados utilizadas na RBS.

A Figura 4 apresenta uma síntese dos resultados obtidos com as buscas em cada uma das bases utilizadas, em termos da quantidade de artigos encontrados e a quantidade de estudos incluídos e excluídos da revisão, conforme os critérios estabelecidos no protocolo (Quadro 1). O resultado completo das buscas contendo todas as palavras-chave utilizadas, o número de resultados encontrados por busca e o número de artigos incluídos e excluídos são apresentados nos APÊNDICES A e B desta tese.



**Figura 4** - Síntese dos resultados obtidos com as buscas em cada uma das bases de dados utilizadas para a composição da RBS.

Fonte: elaborada pela autora com base nos resultados obtidos nas bases de dados.



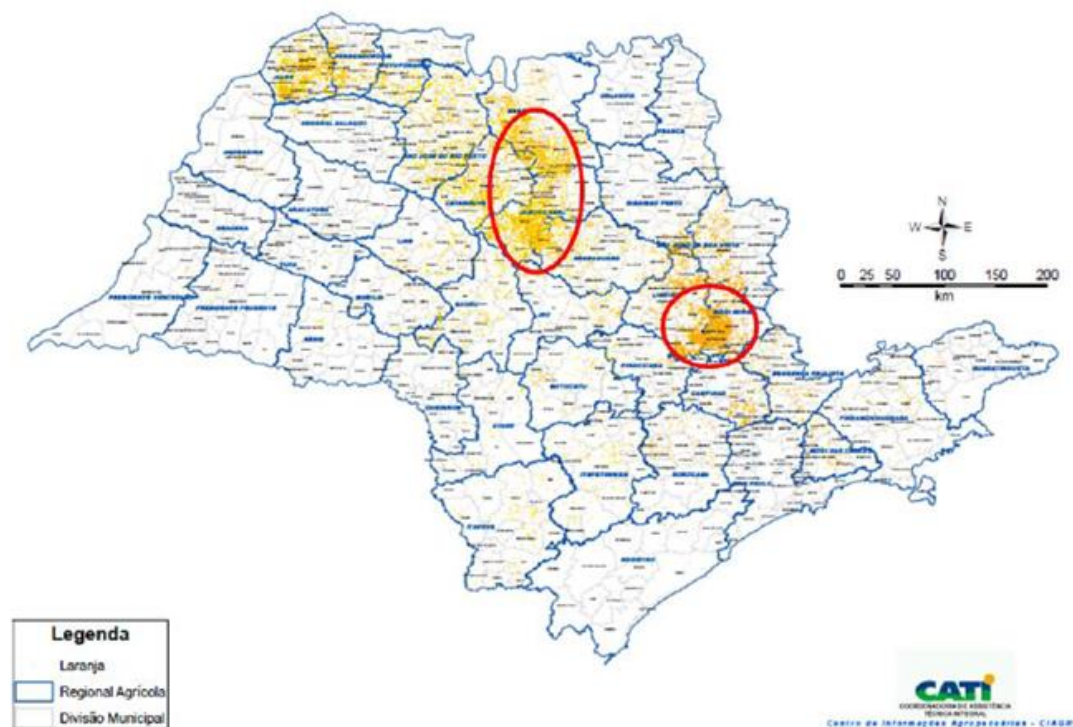
Como pode ser observado na Figura 4, foram selecionados um total de 28 artigos para a composição da RBS. Estes artigos serão apresentados no capítulo 6 desta tese juntamente com a RBS elaborada a partir dos mesmos. Visando complementar a RBS foram incluídas informações de dois artigos publicados em congressos pela autora da tese e que buscaram analisar os determinantes da adoção de irrigação na citricultura. Estes artigos não se encontram indexados às bases utilizadas, mas são de extrema importância para as análises.

### **3.2. Métodos de obtenção e análise dos dados primários da pesquisa**

A revisão da literatura permitiu a construção de hipóteses em relação aos determinantes da adoção de irrigação na citricultura. Essas hipóteses foram testadas utilizando dados primários coletados, por meio de pesquisa de campo, junto aos produtores de laranja do Estado de São Paulo. As seções a seguir descrevem como a pesquisa de campo foi delineada. As hipóteses elaboradas, assim como os resultados empíricos obtidos, serão apresentados no capítulo 6 desta tese.

#### **3.2.1. Definição da amostra**

A amostra deste estudo foi obtida no âmbito de um auxílio regular de pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) para o projeto intitulado: “*Determinantes da eficiência técnica e econômica da citricultura em propriedades rurais do Estado de São Paulo*”. Nesse projeto, a constituição da amostra de citricultores foi feita utilizando os dados levantados pelo projeto LUPA (Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo) em 2007 e 2008. Nesse período, existiam 20.720 Unidades de Produção Agropecuária (UPAs) destinadas à produção de laranja em São Paulo. A Figura 5 apresenta a distribuição geográfica dessas UPAs e também indica, com círculos vermelhos, dois conjuntos de municípios que foram selecionados para a composição da amostra.



**Figura 5** - Distribuição geográfica das Unidades de Produção Agropecuária com laranja do Estado de São Paulo e os dois conjuntos de municípios selecionados para a composição da amostra.

Fonte: adaptada pela autora com dados do LUPA (2007/2008).

A seleção de dois conjuntos de municípios teve por objetivo a redução de custos e a diminuição do tempo de coleta de dados. Os municípios selecionados localizam-se nas regiões centro-norte e sul do cinturão citrícola, de acordo com a classificação de Neves et al. (2010)<sup>11</sup>, e concentram 45,2% do total de UPAs e 33,8% do total da área plantada com laranja no Estado de São Paulo, conforme apresentado na Tabela 1.

<sup>11</sup> De acordo com Neves et al. (2010), em 2009, existiam 12.627 produtores de laranja no cinturão citrícola que envolve São Paulo e o sul de Minas Gerais. Porém, optou-se, para a construção da amostra, pela utilização dos dados do LUPA (2007/2008), pois os mesmos são censitários e publicamente disponíveis para o conjunto dos municípios do Estado de São Paulo.

**Tabela 1** - Número de UPAs destinadas à produção de laranja e a área de laranja plantada nos municípios selecionados para o estudo.

Município	UPAs		Área	
	Número	% total do estado	Hectares	% total do estado
Itápolis	1.412	6,81	31.671,40	4,27
Limeira	1.219	5,88	15.810,00	2,13
Tabatinga	690	3,33	14.359,10	1,94
Mogi Mirim	598	2,89	10.428,60	1,41
Arthur Nogueira	502	2,42	4.847,50	0,65
Conchal	502	2,42	9.394,10	1,27
Bebedouro	404	1,95	18.053,20	2,44
Taquaritinga	352	1,70	7.537,90	1,02
Borborema	345	1,67	9.361,40	1,26
Araras	296	1,43	8.441,50	1,14
Ibitinga	292	1,41	13.584,30	1,83
Pirassununga	280	1,35	12.012,10	1,62
Monte Azul Paulista	276	1,33	9.662,60	1,30
Engenheiro Coelho	267	1,29	4.204,40	0,57
Pirangi	215	1,04	2.366,20	0,32
Mogi-Guaçu	182	0,88	17.580,70	2,37
Outros*	1.538	7,42	61.235,70	8,26
<b>TOTAL</b>	<b>9.370</b>	<b>45,22</b>	<b>250.550,70</b>	<b>33,80</b>

Fonte: elaborada pela autora com dados do LUPA (2007/2008).

\* Inclui os municípios de Matão, Gavião Peixoto, Taiacu, Taiúva, Taquaral, Cajobi, Monte Alto, Paraíso, Embaúba, Mogi-Guaçu, Cosmópolis, Holambra e Cordeirópolis.

Para o cálculo do tamanho da amostra, adotou-se o critério de amostragem aleatória simples<sup>12</sup>. Sendo assim, para um erro amostral de 10% e nível de confiança de 95%, seria necessário obter uma amostra mínima de 97 UPAs nas regiões selecionadas para que a mesma fosse representativa. Após a definição do tamanho da amostra, iniciou-se a pesquisa de campo.

### 3.2.2. Técnica de coleta dos dados

A pesquisa de campo foi realizada entre os meses de janeiro e outubro de 2014, englobando 98 citricultores localizados no centro-norte do Estado de São Paulo. A escolha

<sup>12</sup> A fórmula utilizada para o cálculo do tamanho mínimo da amostra foi:  $n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$ , em que **n** é o tamanho da amostra; **Z** é a abscissa da curva normal padrão, fixado um nível de confiança; **N** é o tamanho da população; **E** é o erro amostral admitido, expresso em decimais; **p** é a estimativa verdadeira da proporção de um dos níveis da variável escolhida, sendo que normalmente adota-se o valor de 0,5 para **p** quando não se tem essa informação e **q** = 1-p.

dos produtores para as entrevistas foi feita selecionando-os por meio de cadastros em cooperativas regionais, associações (Associação Brasileira de Citricultores - ASSOCITRUS - e/ou outras associações de produtores rurais), empresas de consultoria, sindicatos rurais e empresas de apoio (por exemplo, fornecedores de insumos). Além disso, os próprios produtores participantes também forneceram contatos de produtores conhecidos e/ou próximos que poderiam participar da pesquisa.

A duração de cada entrevista com os proprietários ou gerentes das propriedades variou de 40 a 60 minutos, sendo realizada utilizando um questionário semi-estruturado dividido em dois módulos: (a) características do produtor/tomador de decisões e (b) características estruturais da produção. O segundo módulo incluía, também, perguntas referentes à percepção dos citricultores em relação a aspectos institucionais e econômicos do setor. Além disso, acrescentou-se uma seção dedicada à irrigação nas propriedades, que foi respondida, sobretudo, pelos citricultores irrigantes. Já os produtores não irrigantes citaram as principais barreiras à adoção de irrigação. As questões referentes ao uso, ou não, de irrigação, foram as únicas diferenças na condução das entrevistas realizadas com produtores adotantes e não adotantes dessa tecnologia.

O questionário semi-estruturado foi testado, previamente, por meio de entrevistas com dois produtores. Depois de validado e ligeiramente modificado, a versão final do mesmo foi utilizada para a realização das outras entrevistas. Os dois questionários piloto foram incluídos na amostra, por não apresentarem diferenças significativas em relação à versão final do questionário (APÊNDICE C). De um modo geral, o contato com todos os produtores foi feito previamente, por meio telefônico, para verificar o interesse e disponibilidade dos mesmos em participar da pesquisa e para o agendamento da entrevista. Em todas as entrevistas, garantiu-se aos produtores o sigilo dos dados fornecidos pelos mesmos.

Da amostra total de 98 citricultores, quatro produtores haviam irrigado seus pomares durante 14, 12, 6 e 6 anos, tendo deixado de usar essa tecnologia em 2011, 2010, 2003 e 2000, respectivamente<sup>13</sup>. Assim, optou-se por incluir, no grupo de adotantes, os dois produtores que fizeram uso de irrigação por longos períodos (14 e 12 anos) e a abandonaram recentemente. Os outros dois produtores foram incluídos no grupo de produtores não adotantes, pois fizeram uso da irrigação por períodos curtos e a abandonaram a um tempo considerável<sup>14</sup>. Desta

---

<sup>13</sup> O abandono do uso de irrigação nos pomares ocorreu devido, principalmente, aos preços baixos pagos pela caixa de laranja que não compensavam o alto investimento com a tecnologia.

<sup>14</sup> Essa medida foi tomada pela impossibilidade de realização de um estudo sobre o abandono do uso de irrigação, devido ao número extremamente reduzido de produtores nessa situação na amostra. Além disso, julgou-se importante a inclusão das informações acerca desses produtores nas análises.

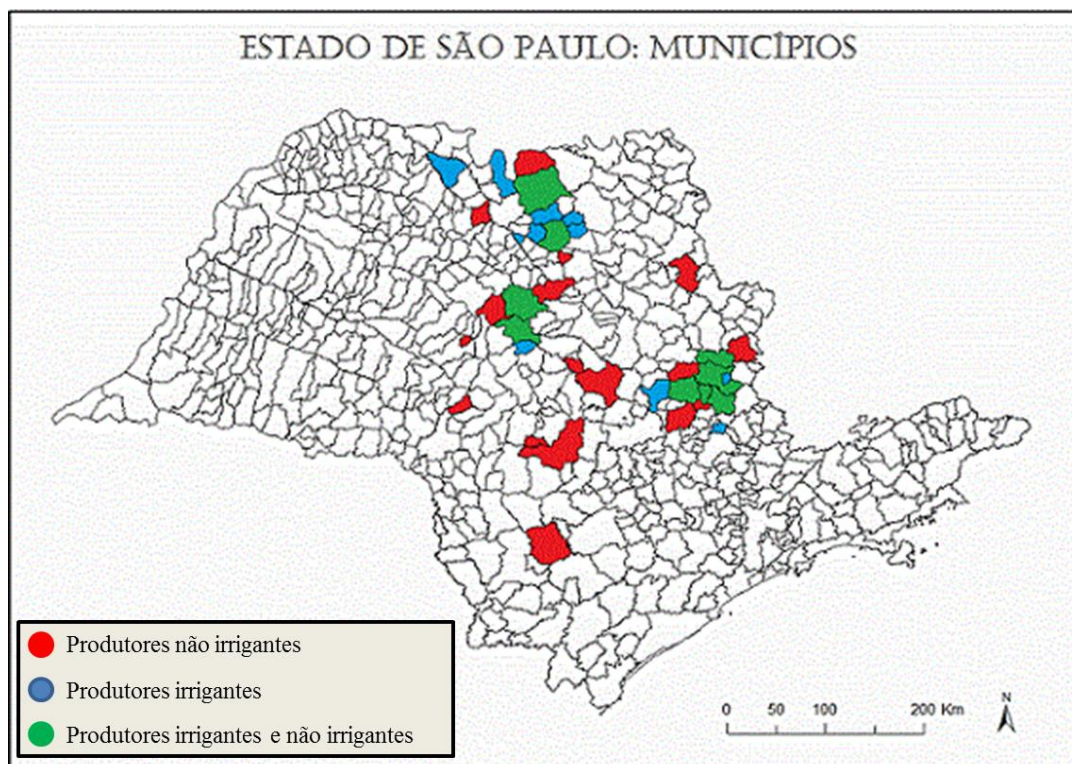
forma, dos 98 citricultores entrevistados, 34 foram considerados adotantes de sistemas de irrigação e 64 não adotantes dos mesmos. A Tabela 2 apresenta a composição da amostra em termos de adoção e intensidade de adoção de irrigação e tipos de sistemas utilizados pelos produtores.

**Tabela 2 - Caracterização da amostra dos citricultores entrevistados.**

<b>Categorias</b>	<b>Frequência (n)</b>	<b>Frequência (%)</b>
<b>Categoria dos produtores</b> (N = 98)		
Não adotantes	64	65,30%
Adotantes	34	34,70%
Total	98	100%
<b>Categoria dos adotantes por tipo de sistema de irrigação</b> (N = 34)		
Sistema de irrigação por aspersão (canhão autopropelido)	9	26,47%
Sistema de irrigação localizada (gotejo ou microaspersão)	20	58,83%
Sistema de irrigação misto (tripa)	1	2,94%
Combinação de sistemas de irrigação (localizado + aspersão; localizado + misto; aspersão + misto)	4	11,76%
Total	34	100%
<b>Categoria dos adotantes por intensidade de irrigação</b> (N = 34)		
Adotantes com > 0% e ≤ 24% da propriedade irrigada	13	38,23%
Adotantes com > 24% e ≤ 75% da propriedade irrigada	11	32,35%
Adotantes com >75% da propriedade irrigada	10	29,42%
Total	34	100%

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

A Figura 6 descreve a distribuição geográfica da amostra de citricultores entrevistados, destacando os municípios onde se encontravam suas propriedades e caracterizando-os de acordo com a presença, ou não, de produtores irrigantes ou de ambos. Com relação à Figura 6, é importante salientar que muitos dos 98 produtores entrevistados, ao fornecerem as informações solicitadas no questionário, consideraram todas as suas propriedades cítricas ou aquelas próximas umas as outras, como uma unidade de gestão. Desta forma, foram englobados na amostra, alguns municípios que não haviam sido inicialmente inseridos no delineamento da mesma. No entanto, os municípios previamente selecionados para o estudo foram respeitados durante a coleta dos dados.



**Figura 6** - Distribuição geográfica da amostra de citricultores nos municípios analisados.

Fonte: elaborada pela autora com base na pesquisa de campo (2014) e utilizando um mapa base obtido do site <http://www.mapasparacolorir.com.br/>.

Com o questionário semi-estruturado utilizado nas entrevistas foi possível obter, para a grande maioria das informações, dados em *cross-section* (obtidos em um determinado instante do tempo), relativos à safra de laranja 2013/2014. Os dados em *cross-section* são amplamente utilizados nos estudos de adoção de tecnologia, principalmente nas áreas de economia e sociologia. Apesar de não captarem variações ao longo do tempo, esse tipo de dado é muito importante, pois oferece um cenário atual em relação à adoção de irrigação, permitindo a análise dos padrões de adoção.

### 3.3. Métodos estatísticos de análise dos dados

Nesta seção, são descritos os métodos estatísticos que foram utilizados para analisar os dados empíricos obtidos com a pesquisa de campo. Foram empregados estatísticas descritivas e testes de hipóteses para diferenciar os produtores adotantes de irrigação dos não adotantes. Posteriormente, as hipóteses construídas sobre os possíveis determinantes da adoção dessas tecnologias na citricultura foram testadas por meio de modelos econométricos *double-hurdle* (DH). Em todas as análises estatísticas realizadas, não foram investigadas as diferenças e os determinantes do uso de cada tipo de sistema de irrigação utilizado pelos citricultores, pois a amostra de produtores irrigantes, apesar de representativa, não era grande, o que poderia gerar

resultados não confiáveis. Considerou-se como irrigante os citricultores que utilizavam qualquer tipo de irrigação em parcela ou totalidade da área da produção de laranjas.

### 3.3.1. Estatísticas descritivas e testes de hipóteses

A análise dos dados obtidos com a pesquisa de campo, utilizando estatística descritiva e testes de hipóteses, permitiu discriminar o grupo de produtores adotantes de sistemas de irrigação do grupo de não adotantes. Com a estatística descritiva, foram estimados os dados de frequência, média e desvio padrão para as diferentes variáveis. Após os resultados obtidos com a estatística descritiva, utilizou-se o teste *Shapiro-Wilk* (S-W) para as variáveis quantitativas discretas e contínuas<sup>15</sup>, com o intuito de identificar a distribuição de probabilidade dos dados das mesmas.

O teste S-W é um procedimento estatístico não paramétrico utilizado para identificar se a população da qual a amostra foi obtida apresenta distribuição de probabilidade normal, permitindo o aceite ou rejeição da hipótese nula ( $H_0$ ). Nesse teste, a  $H_0$  prediz que a população apresenta distribuição normal e a hipótese alternativa ( $H_a$ ) que a população não apresenta distribuição normal (MORETTIN e BUSSAB, 2004). O nível de significância estipulado foi de  $\alpha = 5\%$  (nível de confiança de 95%), de modo a rejeitar a  $H_0$  para valores de  $p \leq \alpha$ . As variáveis quantitativas cujos dados apresentaram distribuição de probabilidade normal, foram analisadas por meio do teste de hipótese paramétrico *t-student* e as que não apresentaram distribuição de probabilidade normal, foram analisadas por meio do teste de hipótese não paramétrico *Mann-Whitney U*.

Os testes de hipóteses disponíveis para variáveis qualitativas nominais (binárias) e ordinais (categóricas) são não paramétricos, ou seja, não dependem de parâmetros populacionais para serem conduzidos, não havendo, portanto, necessidade de realização de nenhum teste adicional de distribuição de probabilidade de frequências (proporção). Majoritariamente, foi utilizado o teste do qui-quadrado ( $X^2$ ), pelo fato da amostra analisada ( $N = 98$ ) ser composta por mais de 40 participantes. O teste exato de Fisher (variante do teste qui-quadrado) foi utilizado em situações em que alguma frequência esperada para uma determinada variável qualitativa, foi menor do que 5% para tabelas 2x2 (variáveis nominais) e 3x3 (variáveis categóricas) (MORETTIN e BUSSAB, 2004).

---

<sup>15</sup> De acordo com Morettin e Bussab (2004), em amostras com  $N > 30$ , os resultados obtidos com testes de hipóteses paramétricos e não paramétricos não diferem significativamente. Neste estudo, optou-se por realizar o teste S-W para identificar a distribuição de probabilidade das variáveis quantitativas e, assim, realizar o teste de hipótese mais apropriado.

Os testes de hipóteses utilizados neste estudo objetivaram comparar os parâmetros estatísticos de duas amostras (grupos) independentes, não havendo a necessidade, portanto, de equivalência entre os grupos em termos de tamanho (MORETTIN e BUSSAB, 2004). No nosso estudo, o grupo de adotantes de irrigação (N = 34) foi menor do que o grupo de não adotantes (N = 64), sendo esse fato comum em estudos de adoção de tecnologias que ainda não estão muito difundidas.

De um modo geral, os testes de hipóteses independentes objetivam rejeitar ou aceitar a hipótese nula ( $H_0$ ), em relação a uma hipótese alternativa ( $H_a$ ) elaborada. A  $H_0$  prediz que as médias e proporções das duas populações no período analisado são iguais ( $\mu_1 = \mu_2$  e  $\rho_1 = \rho_2$ , respectivamente), enquanto que a  $H_a$  elaborada, neste estudo, prediz que as médias e proporções das duas populações são diferentes ( $\mu_1 \neq \mu_2$  e  $\rho_1 \neq \rho_2$ , respectivamente). Deste modo, utilizou-se um teste de hipótese bilateral, não se estipulando nenhuma direção específica (< ou >) para as diferenças nos parâmetros (MORETTIN e BUSSAB, 2004). Essa pressuposição buscou abranger quaisquer possíveis diferenças existentes entre o grupo de citricultores adotantes de irrigação e não adotantes.

Os intervalos de confiança estipulados para os testes de hipóteses foram de 99%, 95% e 90%, com níveis de significância de  $\alpha = 1\%$ ,  $\alpha = 5\%$  e  $\alpha = 10\%$ , respectivamente. No caso de teste de hipóteses bilaterais, a região crítica onde a  $H_0$  é rejeitada corresponde ao nível de significância  $\alpha/2$ , fazendo com que assim, os níveis de significância adotados fossem 0,5%, 2,5% e 5%, respectivamente (MORETTIN e BUSSAB, 2004). Deste modo, a hipótese  $H_0$  nula foi rejeitada para valores de  $p \leq \alpha/2$ . Nas tabelas apresentadas nos resultados (capítulo 6), os valores de p estão corretos para esta condição.

Todas as análises exploratórias (estatísticas descritivas e testes de normalidade) e os testes de hipóteses foram conduzidos utilizando o *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 20.0, sendo apresentados no capítulo 6, em forma de tabelas, comparando os grupos que adotam ou não a irrigação. Com relação às variáveis quantitativas, foram apresentados os resultados das médias e desvios padrões e para as variáveis qualitativas, as frequência absolutas (n) e relativas (%). Nas tabelas, também foi indicado o tipo de teste de hipótese utilizado, o valor de p e a decisão em relação à aceitação ou rejeição da  $H_0$ . Os resultados obtidos com os testes de normalidade (S-W) para as variáveis quantitativas foram apresentados no APÊNDICE D.



### 3.3.2. Modelo econométrico: *Double-hurdle*

Diferentes modelos econométricos têm sido utilizados para estudar o comportamento de adoção de tecnologia na abrangente literatura sobre o tema. Os modelos binários *probit* e *logit* são os mais utilizados, especialmente em estudos com dados do tipo *cross-section*. Esses modelos de escolha binária assumem que a variável dependente é uma *dummy* e atribuem, geralmente, valor “0” para os casos de não adoção e “1” para os casos de adoção da tecnologia. As probabilidades de adoção da tecnologia em relação a não adoção são estimadas por meio do método de máxima verossimilhança. A diferença entre ambos os modelos reside no tipo de função associada aos erros das regressões<sup>16</sup> (GREENE, 2002).

Existem ainda modelos que analisam a extensão pela qual uma tecnologia divisível<sup>17</sup> é usada na propriedade, tais como os modelos censurados (*Tobit*) e truncados, nos quais a variável dependente assume valores quantitativos contínuos e/ou discretos (GREENE, 2002). A escolha de modelos binários em detrimento aos modelos censurados ou truncados e vice-versa, leva à perda de informações importantes em relação ao comportamento de adoção de tecnologia. Os modelos binários quando utilizados isoladamente, não oferecem nenhuma informação sobre a intensidade com que a tecnologia é adotada no sistema produtivo, impedindo a obtenção de informações adicionais importantes sobre o comportamento do produtor, incluindo a porcentagem de área irrigada de sua propriedade. Do mesmo modo, os modelos censurados ou truncados, quando utilizados isoladamente, podem encobrir informações importantes sobre a decisão inicial de adotar uma tecnologia.

Nesta tese, visando aprofundar os conhecimentos sobre a adoção de irrigação na cultura da laranja, utilizou-se um modelo de regressão proposto por John G. Cragg (1971) denominado de *double-hurdle* (DH), conhecido também por *Cragg's model* ou *truncated normal hurdle model*. Esse modelo é composto pela combinação de dois processos estocásticos: no primeiro (1º *hurdle*), utiliza-se uma regressão *probit* (com todas as observações) para analisar os determinantes de adoção; no segundo (2º *hurdle*), utiliza-se uma regressão truncada (nas observações com valor zero) para analisar os determinantes da intensidade de adoção. Assim, o DH é utilizado em estudos em que um evento pode ou não ocorrer e, caso ele ocorra, assume valores positivos contínuos e/ou discretos. Esse modelo

---

<sup>16</sup> O *probit* utiliza uma função de distribuição acumulada normal e o *logit* uma função logística (GREENE, 2002).

<sup>17</sup> As tecnologias divisíveis são aquelas em que somente unidades mínimas podem ser adquiridas, não havendo possibilidade de subdivisão. No caso de irrigação, a implementação dos sistemas localizados é feita por hectare.

também tem sido empregado em amostras que o número de “zeros” é bastante significativo (BESHIR, 2014).

O DH considera que ambas as decisões (adoção e intensidade de adoção) são sequenciais e tomadas de forma independente, possibilitando a utilização das mesmas variáveis explicativas em ambos os *hurdles* ou variáveis diferentes em cada um deles (GREENE, 2002)<sup>18</sup>. De acordo com o especificado por Cragg (1971) e Moffatt (2005), uma variável latente<sup>19</sup> diferente é usada para modelar cada *hurdle* do DH. Considerando  $d_i^*$  a variável latente que descreve a decisão de adoção,  $y_i^*$  a variável latente que descreve a decisão de intensidade de adoção e  $d_i$  e  $y_i$  as variáveis observadas respectivas de cada decisão, os dois *hurdles* podem ser especificados, para cada produtor, como:

$$d_i^* = \alpha z_i + v_i \quad (1)$$

$$y_i^* = \beta x_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

Em que:

$$d_i = 1 \text{ se } d_i^* > 0 \quad (3) \quad y_i = y_i^* \text{ se } y_i > 0 \text{ e } d_i^* > 0 \quad (5)$$

$$d_i = 0 \text{ se } d_i^* \leq 0 \quad (4) \quad y_i = 0 \text{ se } y_i \leq 0 \text{ e } d_i^* \leq 0 \quad (6)$$

Nas equações (1) e (2),  $z_i$  é um vetor de variáveis exógenas que explica as probabilidades de adoção;  $x_i$  é um vetor de variáveis exógenas que explica o nível de adoção;  $\alpha$  e  $\beta$  são os parâmetros dos vetores  $z_i$  e  $x_i$ , respectivamente; e  $v_i$  e  $\varepsilon_i$  são os erros aleatórios e independentes que possuem distribuição normal com  $N(0,1)$  e  $N(0,\sigma^2)$ , respectivamente (CARROLL et al., 2005). O truncamento da equação (2) assegura que  $y_i^*$  não é negativa.

O modelo DH, representado pelas equações (1) e (2), é estimado maximizando a sua função de log-verossimilhança (*log-likelihood function*) que é expressa por:

$$Ln = \underbrace{\prod_{y_i=0} [1 - \Phi\left(\frac{z_i\alpha}{\sigma_v}\right)] \Phi\left(\frac{x_i\beta}{\sigma_\varepsilon}\right)}_{1^\circ \text{ termo}} \times \underbrace{\prod_{y_i>0} \Phi\left(\frac{z_i\alpha}{\sigma_v}\right) \Phi\left(\frac{x_i\beta}{\sigma_\varepsilon}\right) \left(\frac{\phi[(y_i - x_i\beta)/\sigma_\varepsilon]}{\sigma_v \Phi[(x_i\beta)/\sigma_\varepsilon]}\right)}_{2^\circ \text{ termo}} \quad (7)$$

<sup>18</sup> Vale ressaltar que outros modelos do tipo *double-hurdle* podem ser utilizados para analisar os determinantes da adoção e da intensidade de adoção de determinada tecnologia, como o modelo de *Heckman*. No entanto, no caso de irrigação, pode-se supor que os citricultores que decidem não irrigar, o fazem de forma deliberada, ou seja, os valores de zeros observados na amostra resultam de escolhas racionais e não são frutos de um processo de *viés* de seleção, como proposto pelo modelo de *Heckman* (GREENE, 2002). Ademais, os valores de zeros podem representar produtores que têm vontade/disposição em adotar irrigação, porém não a fazem, pois possuem algum tipo de limitação de recursos, por exemplo, de água, capital, etc (YU et al., 2011).

<sup>19</sup> Variáveis latentes são aquelas que não podem ser observadas diretamente. Entretanto, essas variáveis podem ser deduzidas com modelos matemáticos, utilizando as variáveis observadas.

Em que  $\Phi$  se refere à função de distribuição acumulada da distribuição normal e  $\phi$  se refere à função de densidade de probabilidade;  $\sigma_v$  e  $\sigma_\varepsilon$  são os desvios padrões dos erros ( $v_i$  e  $\varepsilon_i$ , respectivamente). O primeiro termo da equação (7) estima o status de  $y_i$ , se  $y_i = 0$  ou  $y_i > 0$ . O segundo termo estima a intensidade, que é o exato valor de  $y_i$  se  $y_i > 0$  (NOLTZE et al., 2011).

Na ausência do *probit* ( $d_i^* > 0$ ) na equação (2), o DH reduz-se a um modelo *Tobit* e quando  $\Phi(z_i\alpha) = 1$  na equação (7), a função de log-verossimilhança do DH transforma-se na função de log-verossimilhança do *Tobit*. O DH é considerado uma generalização paramétrica do modelo *Tobit*, que pressupõe que ambas as decisões de adoção e de intensidade de adoção são influenciadas pelo mesmo conjunto de fatores e são tomadas de maneira simultânea. Desta forma, como o *Tobit* é aninhado (*nested*) no DH, é possível compará-los por meio de um teste de razão de verossimilhança (*likelihood ratio test*), quando as variáveis são idênticas nos dois *hurdles* do DH e quando se assume que os erros das regressões *probit* e truncada são independentes. Nesse caso, o log-verossimilhança (*log-likelihood*) do DH é equivalente à soma dos log-verossimilhança dos modelos *probit* e truncado, indicando uma separabilidade do DH.

De acordo com Greene (2002), o teste de razão de verossimilhança pode ser calculado utilizando a fórmula:

$$\text{Likelihood test} = \Gamma = -2[\ln L_T - (\ln L_P + \ln L_{TR})] \sim \chi^2_k \quad (8)$$

Em que  $L_T$ ,  $L_P$  e  $L_{TR}$  correspondem aos log-verossimilhança dos modelos *Tobit*, *probit* e truncado, respectivamente. A rejeição da hipótese nula ( $H_0$ )<sup>20</sup> ( $\Gamma > \chi^2_k$ ) indica a superioridade do DH em relação ao *Tobit* e estabelece que as decisões de adoção e de intensidade de adoção são tomadas de forma independente. Desta forma, podem-se verificar possíveis assimetrias nos efeitos das variáveis explicativas nas diferentes decisões, ou seja, uma mesma variável pode influenciar as duas decisões de forma igual ou contrária ou, até mesmo, afetar somente uma das decisões.

A possibilidade de separação do *double-hurdle* em um modelo *probit* e uma regressão truncada, por sua vez, não implica em uma separabilidade total de interpretação dos seus resultados. No DH, para se avaliar o impacto das variáveis explicativas no comportamento de adoção, calculam-se os efeitos marginais (também denominados de parciais) das variáveis explicativas sobre as variáveis dependentes. Em modelos não lineares, como no caso do DH,

<sup>20</sup> Hipótese nula ( $H_0$ ) = Não há diferença entre os modelos *Tobit* e *Double-Hurdle*.

os efeitos marginais são únicos para cada observação e, desta forma, foca-se mais na análise da média do efeito parcial (*Average Partial Effect* - APE)<sup>21</sup>. Deste modo, para cada variável explicativa do modelo estima-se o efeito parcial para cada indivíduo da amostra e, posteriormente, calcula-se a média destes efeitos individuais (GREENE, 2002)<sup>22</sup>.

No DH, pode-se estimar a APEs das variáveis explicativas na probabilidade de adoção e nos valores esperados da intensidade de adoção de forma condicionada (*Conditional Average Partial Effect* - CAPE) ou incondicionada (*Unconditional Average Partial Effect* - UAPE). A CAPE corresponde ao efeito marginal de cada variável explicativa na intensidade de adoção, condicionada a uma decisão positiva de adoção feita no 1º *hurdle* (*probit*), e a UAPE captura o efeito marginal conjunto de uma variável explicativa na probabilidade de adoção e na intensidade de adoção, combinando os dois efeitos<sup>23</sup>. Assim, a UAPE representa um impacto global do uso de irrigação (NOLTZE et al., 2011).

O uso do *double-hurdle*, proposto por Cragg (1971), para a análise de adoção de tecnologias agrícolas tem ocorrido também em outros estudos. Os trabalhos de Mignouna et al. (2011), Mal et al. (2012), Masinde et al. (2013), Awotide et al. (2014), Beshir (2014), Weyessa (2014) e Anik e Salam (2015) estudaram a adoção e a intensidade de adoção de variedades geneticamente melhoradas de milho, algodão, banana, mandioca, forragem, cereais e cebola, respectivamente. O trabalho de Barungi et al. (2013) estudou o comportamento de adoção de tecnologias de conservação de solo e Noltze et al. (2011) analisaram a adoção e a intensidade de adoção de um Sistema de Arroz Intensificado (SAI). Na literatura nacional, não se encontrou nenhum trabalho utilizando o modelo *double-hurdle* proposto por Cragg (1971) para analisar a adoção de tecnologias agrícolas<sup>24</sup>. Em relação ao uso de irrigação, somente o trabalho de Casey (1996) utilizou uma abordagem próxima à utilizada nesta tese, ao analisar o comportamento de adoção de gotejo, em substituição aos sistemas tradicionais de irrigação, na cultura de tomate na Flórida, por meio do modelo de *Heckman*.

Nesta tese, ao se utilizar o *double-hurdle* desenvolvido por Cragg (1971), a variável dependente no 1º *hurdle* (*probit*), assumiu valor “1” para os adotantes de irrigação e “0” para

---

<sup>21</sup> De acordo com Wooldridge (2008), em modelos não lineares que possuem variáveis binárias, as médias dos efeitos parciais (APEs) são consideradas de maior interesse e mais representativas do que os efeitos parciais nas médias.

<sup>22</sup> Os efeitos marginais correspondem às mudanças percentuais na variável dependente, quando as variáveis explicativas se alteram de “0” para “1” no caso de variáveis qualitativas binárias, e às elasticidades na média da amostra para as variáveis quantitativas (GREENE, 2002).

<sup>23</sup> Posteriormente às estimações das UAPEs, são simulados desvios padrões para cada um desses efeitos parciais. Burke (2009) desenvolveu um método por meio de *bootstrapping* para estimar esses desvios padrões.

<sup>24</sup> A busca foi feita nas bases *Scielo* e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. Encontrou-se, até o momento, somente o trabalho de Mesquita et al. (2010), que analisou o trabalho não-agrícola no meio rural, utilizando a abordagem proposta nesta tese.

os não adotantes e para a variável dependente no 2° *hurdle* (regressão truncada), foram utilizadas as porcentagens de área irrigada em relação às áreas totais com citros das propriedades (*share* irrigado), que variou de 6,20% a 100% entre os 34 adotantes de irrigação. As revisões de literatura envolvendo os fatores que influenciam na adoção de irrigação na agricultura (RBS) e a dinâmica do CAI citrícola paulista (capítulo 4) foram utilizadas para construir as hipóteses em relação ao conjunto de variáveis explicativas que poderiam influenciar o comportamento de adoção de irrigação e os seus impactos. O mesmo conjunto de variáveis explicativas foi utilizado nos dois *hurdles* do modelo DH, e um teste da razão de verossimilhança foi realizado para compará-lo ao modelo *Tobit* e verificar a simultaneidade, ou não, de ambas as decisões: adoção e intensidade de adoção. Posteriormente à estimação do modelo, calcularam-se as APEs de todas as variáveis explicativas na probabilidade de adoção (1° *hurdle*) e as CAPEs (2° *hurdle*) e UAPEs (1° *hurdle* + 2° *hurdle*) de todas as variáveis explicativas nos valores esperados da variável dependente que mede a intensidade de adoção de irrigação. Dos trabalhos supracitados que estudaram a adoção de tecnologias agrícolas, somente Noltze et al. (2011) calcularam as UAPEs das variáveis explicativas na variável dependente.

Para as variáveis explicativas utilizadas no DH, houve a preocupação em diagnosticar e evitar problemas que violam os pressupostos dos modelos de regressão, como multicolinearidade, heterocedasticidade e endogeneidade. A multicolinearidade é caracterizada pela alta correlação entre as variáveis explicativas de um modelo. Neste estudo, a sua detecção foi feita por meio da estimação de Fatores de Inflação de Variância (*Variance Inflation Factor - VIF*) para cada coeficiente das variáveis explicativas quantitativas e por meio de Coeficientes de Contingência (CC) para os coeficientes das variáveis explicativas qualitativas. Como regra geral, se o VIF de cada variável é superior a cinco, assume-se que a variável é altamente correlacionada com outras variáveis do modelo. Os CC podem assumir valores entre “0” e “1”, em que “0” indica nenhuma associação entre duas variáveis e valores próximos a “1” indicam alta grau de correlação. Assim, como critério geral, assumiu-se alta correlação quando  $CC > 0,5$  (GUJARATI e PORTER, 2011).

A heterocedasticidade ocorre quando a variância do erro da regressão não é constante, ou seja, a variância do erro é maior para valores mais altos da variável independente do que para valores mais baixos dessa mesma variável (GUJARATI e PORTER, 2011). Para evitar problemas com heterocedasticidade, calcularam-se estimativas robustas do desvio-padrão. A endogeneidade caracteriza-se pela causalidade entre as variáveis explicativas e as variáveis

dependentes do modelo (GUJARATI e PORTER, 2011). Como os dados coletados em nosso estudo são do tipo *cross-section*, é bastante difícil identificar a referida causalidade. Assim, procurou-se evitar a utilização de variáveis explicativas que fossem suspeitas de apresentar relação causal com as variáveis dependentes de ambos os *hurdles*.

Adicionalmente, a fim de complementar as informações obtidas com o DH, foram analisadas correlações existentes entre as variáveis testadas no modelo DH, com variáveis que não foram utilizadas no mesmo. Com esse intuito, utilizou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson (CCP) para analisar a correlação entre duas variáveis quantitativas, o teste do Qui-quadrado ( $X^2$ ) e o Teste Exato de Fisher (TEF) para analisar a correlação entre duas variáveis qualitativas e o Coeficiente de Correlação Ponto Bisserial (CCPB) para analisar a correlação entre uma variável qualitativa e uma quantitativa (GUJARATI e PORTER, 2011).

Todas as análises econométricas foram realizadas utilizando o *Data Analysis and Statistical Software* (STATA) versão 12.0. O modelo *double-hurdle* foi estimado utilizando o comando *craggit*, as APEs das variáveis explicativas na probabilidade de adoção foram estimadas utilizando o comando *margins*, as CAPEs e UAPEs das variáveis explicativas no valor esperado da intensidade de adoção foram estimadas, respectivamente, utilizando o comando *mfx, predict(e(a,b))* (DRICHOUTIS, 2011) e conforme metodologia e comandos propostos por Burke (2009), os VIFs e a matrix de correlação para detectar multicolinearidade entre as variáveis explicativas foram estimados pelo comando *collin* e *corr*, respectivamente. Os testes de correlação entre todas as variáveis explicativas obtidas com a pesquisa de campo foram estimados por meio dos comandos: **pwcorr variable A variable B, sig** (CCP); **tabulate variable A variable B, chi2** ( $X^2$ ), **tabulate variable A variable B, exact** (TEF) e **pbis^ bvar cvar** (CCPB).

## **CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL (CAI) CITRÍCOLA DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Ao se estudar a dinâmica tecnológica da produção citrícola, é importante entender o setor de atividade em que a mesma se encontra inserida, por isso, uma caracterização do Complexo Agroindustrial (CAI) citrícola paulista é um importante ponto de partida. Este capítulo descreve o processo de formação, expansão e consolidação desse complexo e caracteriza os principais segmentos que o compõe. Foi dada ênfase aos segmentos considerados mais lucrativos, compreendendo os insumos agrícolas, a produção agrícola, o processamento industrial e o mercado de mesa. Por fim, apresentam-se os ambientes institucional e organizacional em que a citricultura paulista encontra-se inserida e descreve-se a evolução da adoção das principais tecnologias agrícolas na produção de laranja. Pretende-se ao final deste capítulo, fornecer uma visão sistêmica do CAI citrícola paulista.

### **4.1. Formação, expansão e consolidação do CAI citrícola paulista**

Entre 1530 e 1540, as primeiras variedades de cítricos foram introduzidas no Brasil, pelos colonizadores e exploradores portugueses, evoluindo de plantações litorâneas esparsas, ao patamar de uma das principais culturas agrícolas do país. Inicialmente, os citros eram plantados como fonte de suprimento de vitamina C, sendo a sua produção limitada aos pomares frutíferos de subsistência. Nos séculos subsequentes, com a expansão da colonização, as plantações de citros alastraram-se, caminhando como cultura secundária e abastecendo o mercado interno de frutas frescas (GABAN, 2008).

Apesar do cultivo dos citros ter sido feito em diversas cidades do país, foi no Estado de São Paulo que a produção, especialmente da laranja Bahia, alavancou, devido, principalmente, à utilização de terras impróprias para o café. Somente a partir de 1926, que se inicia um crescimento efetivo e organizado da citricultura paulista, impulsionado pelo início e posterior aumento das exportações de frutas frescas para a Europa (GABAN, 2008). As exportações paulistas de laranja *in natura* aumentaram de 43,2 mil caixas em 1927, para 2.791 mil em 1939, grande parte, em virtude do aproveitamento das condições de infraestrutura operacional e econômico-financeira dos produtores de café. Nesse período, a participação de São Paulo aumentou de 12% para 49% do total exportado dessa fruta pelo Brasil (MARTINELLI JUNIOR, 1987 *apud* TAVARES, 1996).

As condições edafoclimáticas, o apoio do estadual, por meio de suporte tecnológico e industrial, e o provimento de assistência técnica aos produtores, também contribuíram para a concentração da citricultura no Estado de São Paulo (ORTOLANI et al., 1991). As

campanhas sistemáticas de propaganda sobre a cultura e os investimentos em pesquisas, feitos pelo Estado, foram fundamentais para que essa atividade se consolidasse. Em 1928, foram fundadas as primeiras estações experimentais de citricultura em Limeira (atual Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Citros Sylvio Moreira) e Sorocaba. Além disso, houve o início do desenvolvimento de estudos nessa área, por outras entidades, como a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), o Instituto Biológico e o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (MARTINELLI JUNIOR, 1987 e MAIA e AMARO, 1994 *apud* TAVARES, 1996).

Na década de 40, o aparecimento das doenças tristeza dos citros e cancro cítrico e a Segunda Guerra Mundial, prejudicaram a produção paulista de laranja e as exportações de frutas frescas para a Europa. A implantação de fortes barreiras sanitárias, a concentração da produção em algumas regiões consideradas mais próprias para o cultivo<sup>25</sup> e a introdução de novas variedades, tais como a Valência, Hamlin, Natal, Lima e Pêra-Rio, possibilitaram que a colheita de laranja fosse ampliada para um número maior de meses no ano, permitindo a recuperação rápida da atividade nas décadas posteriores (HASSE, 1987 e MARTINELLI JUNIOR, 1987 *apud* TAVARES, 1996).

Ao final da década de 50<sup>26</sup>, inicia-se um período muito próspero para a citricultura paulista. Houve a retomada das exportações e a reestruturação da produção paulista com sua expansão para o norte do Estado de São Paulo. Os altos preços alcançados no mercado externo permitiram que as exportações saltassem de 24.900 toneladas em 1953, para 143.627 toneladas em 1963, tornando essa atividade muito atrativa no país (TAVARES, 1996).

Nos anos iniciais da citricultura paulista, os esforços concentraram-se na pesquisa, no desenvolvimento e na difusão de tecnologias de combate a pragas e doenças que estavam começando a surgir no ambiente produtivo da laranja. Nessa época, a baixa produtividade dos pomares paulistas era compensada por uma política, do governo federal, de diversificação de produtos para exportação, que oferecia facilidades, como subsídios fiscais, para a comercialização internacional, e também por tecnologias que visavam à manutenção da sanidade dos pomares (TAVARES, 1996).

---

<sup>25</sup> De acordo com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) de São Paulo, os pomares comerciais paulistas estavam distribuídos em 1957, em ordem decrescente do número de plantas, principalmente, em Piracicaba, Limeira, Pirassununga, Bebedouro, Campinas, Araraquara, Taubaté, Barretos, Catanduva, Itapetininga, São José do Rio Preto, Bragança, Jaú, Capital, São João da Boa Vista, Paraguaçu Paulista, Jundiá, Ribeirão Preto, Lorena, Franca e Botucatu (TAVARES, 1996).

<sup>26</sup> A partir dos anos 50, passaram a atuar na citricultura três grandes empreendedores: Carl Fisher, José Cutrale Junior e Edmond Van Parys. Na época, eles se destacaram como grandes produtores e exportadores de laranja *in natura*, possuindo forte vínculo com importadores de laranja internacionais (TAVARES, 1996).



Do mesmo modo que o Brasil, os EUA também tiveram a cultura dos citros introduzida no país durante a sua colonização e, assim como ocorreu em nosso país, implantaram em alguns de seus estados, especialmente na Flórida, um sistema agroindustrial em torno da laranja, voltado inicialmente, para a comercialização de frutas frescas para seu mercado interno (GABAN, 2008). Em 1946, foi desenvolvido nos EUA, o suco de laranja concentrado e congelado (*Frozen Concentrated Orange Juice: FCOJ*) visando, entre outros fatores, à criação de um produto que fosse semelhante ao suco de laranja fresco, porém com uma vida útil mais prolongada, podendo ser disponibilizado o ano todo e em todo território norte-americano (MORRIS, 2010).

A nova formulação do suco de laranja alterou o ambiente produtivo da citricultura nos EUA, pois a grande demanda pelo mesmo mudou o foco de utilização da fruta: de consumo *in natura* para processamento de suco. Os reflexos dessa mudança, logo foram sentidos no Brasil que, após a forte queda na produção de laranjas da Flórida devido à geada de 1962, iniciou a produção de FCOJ para suprir a defasagem do mercado norte-americano (GABAN, 2008). Assim, ainda durante a década de 60, a laranja passa a ter uma nova função no Brasil: ser matéria prima para a indústria de suco de laranja concentrado (SLC). O Brasil chegou a exportar, na época, mais de 5.000 toneladas de suco por ano (TAVARES, 1996).

Concomitantemente ao crescente aumento da importância do suco de laranja na pauta de exportações do Brasil, caíam os embarques de laranja *in natura*, tornando a indústria processadora, dentre os citricultores, a alternativa mais segura para a comercialização de sua produção, pois oferecia melhor preço e maior garantia de escoamento da laranja. Nas décadas de 70 e 80, sucessivas geadas voltaram a castigar os pomares da Flórida, provocando o crescimento e o desenvolvimento da indústria de SLC paulista que, em 1980, ultrapassou 600 mil toneladas anuais de suco exportado (TAVARES, 1996). A elevada rentabilidade dessa atividade na década de 80 estimulou a entrada de novos produtores e de novas indústrias processadoras no setor, iniciando o processo de organização do CAI citrícola paulista (PAULILLO et al., 2006a).

O CAI citrícola paulista consolidou-se seguindo uma estratégia de industrialização voltada para a exportação de suco de laranja e apoiada pelo Estado, beneficiando-se do movimento de modernização da agricultura em curso no Brasil. A internalização do setor produtor de insumos e os subsídios oferecidos pelo governo federal, por meio do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), possibilitaram a aquisição pelos citricultores, de máquinas e equipamentos mais modernos e de insumos químicos, provocando transformações

tecnológicas no setor produtivo citrícola. Essas transformações foram necessárias para que houvesse a expansão da produção, a fim de suprir rapidamente a demanda norte-americana. A ampliação dos pomares de laranja dos produtores foi apoiada tanto pelo Estado, como pela indústria, que carecia de matéria-prima abundante (GROSSI, 1996; LAFORGA, 2005).

A incorporação de novas tecnologias no sistema produtivo da laranja reduziu o uso de mão-de-obra em suas principais práticas: tratamentos culturais, controle fitossanitário e colheita. Paralelamente ao aumento da mecanização no campo, seguiram-se as pesquisas de desenvolvimento de mecanismos de combate às moléstias citrícolas, principalmente, do cancro cítrico, da recém-identificada clorose variegada dos citros (CVC; amarelinho) e de pragas, como as cochonilhas e os ácaros. Em 1977, surge o Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS), uma associação de capital privado, que passa a atuar junto ao Estado, na manutenção da sanidade dos pomares, por meio de pesquisas e de inspeções às propriedades citrícolas (LAFORGA, 2005; BARBOSA, 2012).

Ao final da década de 80, o Brasil se tornou o principal produtor de laranja e de suco, posição antes ocupada pelos EUA (GABAN, 2008; NEVES et al., 2010). Em 1985, a criação do contrato-padrão contribuiu para o estabelecimento de um ambiente institucional estável, regulamentando as negociações entre citricultores e a indústria processadora que, até então, eram realizadas informalmente. Nesse período, havia forte presença de associações de representação, tanto dos citricultores, por meio da Associação Brasileira de Citricultores (ASSOCITRUS), como das indústrias, por meio da Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos (ABECITRUS) (ARAÚJO, 2006; PAULILLO et al., 2006a).

Ainda nos anos 80, verificou-se também forte concentração do segmento industrial em poucas empresas<sup>27</sup>. Os três grandes grupos já existentes nesse segmento – Cargill, Citrosuco e Cutrale – investiram na expansão de suas instalações e na modernização dos seus sistemas de transporte de suco (TAVARES, 1996), além de iniciarem uma estratégia de integração vertical por meio do plantio de pomares próprios (SANTOS, 2003).

Na década de 90, houve a recuperação dos pomares da Flórida, reduzindo a dependência dos EUA em relação ao suco de laranja brasileiro<sup>28</sup>. Essa recuperação levou a um aumento da oferta de suco de laranja no mercado, provocando queda nas cotações internacionais do suco. Além disso, a sobrevalorização do real diante do dólar entre 1994 e

---

<sup>27</sup> As empresas processadoras de suco cítrico, entre 1980 e 1990, por número decrescente de extratoras eram: Cutrale, Citrosuco, Frutesp, Cargill, Sucorrico, Citral, Tropisuco, Frutropic, Central Citrus, Branco Peres, Antártica, Citrovale, Citromojiana, Sícola, Citropectina, Bascitrus e Royal Citrus (TAVARES, 1996).

<sup>28</sup> No início da década de 90, os EUA importavam 50% de sua demanda de suco de laranja e, ao final da mesma década, estavam importando somente 17% (PAULILLO et al., 2009).

1998, reduziu as margens de lucro das indústrias processadoras e os preços recebidos por muitos citricultores, especialmente os que possuíam contrato-padrão atrelado aos preços internacionais dessa *commodity*. Além disso, o plantio acelerado ocorrido na década de 80, em função da conjuntura favorável do setor, resultou em excedentes de oferta de matéria-prima nas safras seguintes (BOTEON e PAGLIUCA, 2010).

Diante dessa conjuntura, as indústrias processadoras buscaram novos mercados, redirecionando grande parte das exportações de suco de laranja para o mercado europeu, tornando-o o principal destino do suco brasileiro na atualidade (BOTEON e PAGLIUCA, 2010). O fim do contrato-padrão, em 1995, transferiu a responsabilidade de realização dos tratamentos culturais, da colheita e do frete aos citricultores, reduzindo o ônus da indústria com essas atividades. Além disso, as mesmas investiram em logística de produção e distribuição de suco, em tecnologias para redução dos custos de produção, em novos produtos (suco *Not From Concentrate* - NFC), se internacionalizaram e elevaram a área plantada com pomares próprios, aumentando o seu poder de barganha frente aos produtores, principalmente, os independentes<sup>29</sup> (LAFORGA, 2005; PAULILLO et al., 2006a).

Por outro lado, a situação dos citricultores era bastante desfavorável. O mercado interno de frutas frescas não conseguia absorver completamente os excedentes de matéria-prima oriundos da expansão dos pomares na década de 80. Além disso, houve um aumento dos custos de produção agrícola, em função do fim do contrato-padrão e do aumento dos problemas fitossanitários, e uma redução significativa do crédito subsidiado oferecido no âmbito do SNCR. Adicionalmente, os produtores perderam representatividade no setor, devido ao enfraquecimento e desaparecimento de algumas de suas associações a partir da segunda metade da década de 90. No início do milênio, os baixos preços recebidos pelos citricultores na década anterior, acarretaram na redução dos tratamentos culturais nos pomares paulistas, que foi agravada pelo aparecimento do *greening* (*Huanglongbing* - HLB) em 2004 (LAFORGA, 2005; PAULILLO et al., 2006a).

Com esse contexto, diversos produtores de laranja, sem acesso ao capital e à tecnologia, tiveram uma grande queda no nível de atividade, o que contribuiu para a substituição dos pomares citrícolas pela cana-de-açúcar, considerada uma atividade economicamente mais rentável. Deste modo, iniciou-se uma redução do parque citrícola

---

<sup>29</sup> Nesse período, houve a compra pela Cutrale e pela Citrosuco de fábricas localizadas na Flórida (EUA). A Citrosuco foi a empresa pioneira na construção de um sistema integrado de transporte a granel do FOCJ, composto de *tank farms* para estocagem, terminal de exportação em Santos, navios especiais e terminal de distribuição do produto na Europa. Esse sistema aumentou, significativamente, a eficiência na logística de distribuição desse produto para os mercados mundiais (CITROSUCO, 2010).

paulista com a saída significativa de milhares de produtores da atividade (BOTEON e PAGLIUCA, 2010). Estima-se que entre 1995/1996 e 2007/2008, houve uma redução de mais de 42% no número de Unidades de Produção Agropecuária (UPAs) com produção de laranja em São Paulo, passando de 35.883 para 20.720, respectivamente (LUPA 1995/1996; LUPA, 2007/2008).

No final dos anos 2000 e início da década seguinte, diversos fatores contribuíram para que a citricultura paulista enfrentasse na safra de 2012/2013, a maior crise desde a sua consolidação. Além da alta e preocupante incidência de pragas e doenças e dos baixos preços recebidos pelos citricultores, a partir da década de 90, houve queda mundial da demanda por suco de laranja pressionada, principalmente, pelo aumento dos preços ao consumidor e pela concorrência com outros sabores de sucos, néctares e refrescos<sup>30</sup>, que surgiram no mercado. Ademais, as safras paulistas de 2011/2012 e 2012/2013, tiveram uma produção muito acima do potencial de consumo de suco de laranja dos principais importadores, Europa e EUA, no patamar de preços praticados pelas indústrias processadoras brasileiras (BOTEON e PAGLIUCA, 2010; BOTEON et al., 2013).

Assim, as importações de suco pelos principais mercados consumidores, foram reduzidas e, como consequência, houve um aumento dos estoques nacionais de suco de laranja<sup>31</sup>. Com essa conjuntura, as processadoras reduziram o volume de compras e os preços pagos aos citricultores, que não foram suficientes, em muitos casos, para cobrir os custos de produção. Além dos preços baixos recebidos, muitos citricultores também não conseguiram escoar parte de sua produção, nem para o mercado interno de frutas frescas. Estima-se que, em média, 9,65% da produção da safra de 2012/2013 não tiveram destino comercial (BOTEON et al., 2013).

Em meio a esse contexto crítico, a fusão de duas das maiores empresas do setor, a Citrosuco (do Grupo Fisher) e a Citrovita (do Grupo Votorantim) em 2011, aumentou ainda mais o poder de barganha da indústria processadora frente aos seus fornecedores, pois concentrou 80% da compra de laranja *in natura* do país nas quatro maiores empresas do setor, ou seja, na Citrosuco/Citrovita, Cutrale e *Louis Dreyfus Company* (LDC) (SOUZA FILHO e PAULILLO, 2011). De acordo com Boteon e Pagliuca (2010), os pequenos e médios

---

<sup>30</sup> Os sucos se configuram como bebidas com 100% de suco natural extraído da fruta; néctares são bebidas que possuem de 25% a 99% de suco de fruta, dependendo da legislação; refrescos são bebidas com teor de suco da fruta abaixo de 25%, sendo que em muitos países, esse valor não ultrapassa 3% a 5% (NEVES et al., 2010).

<sup>31</sup> A crise econômica na Europa e o embargo norte-americano imposto ao suco brasileiro em função da detecção de fungicida Derosal (carbendazim), produto proibido no cultivo dos citros nos EUA em quantidades acima do permitido, também contribuíram para a queda das importações de suco de laranja (DINIZ, 2012).

produtores independentes, foram os mais afetados pela crise, pois não possuíam, em sua maioria, contratos de longo prazo com as indústrias processadoras. Descapitalizados, muitos desses produtores desistiram da atividade citrícola, representando mais de 98% do percentual de êxodo da atividade no parque citrícola paulista entre 2012 e 2015 (CDA, 2012a; CDA, 2015a).

A fusão das empresas Citrusuco e Citrovita, criando a maior empresa processadora de suco de laranja do mundo, foi aprovada pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE), mediante a assinatura de um Termo de Compromisso de Desempenho (TCD). Esse termo estabeleceu algumas obrigações para a nova empresa, com os seguintes compromissos: a manutenção, por cinco anos, dos pomares próprios com as mesmas dimensões que tinham em maio de 2010, quando a fusão foi anunciada e aprovada pela União Europeia (UE); e a manutenção, por 10 anos, de clareza nas informações transmitidas aos produtores independentes, além da criação do Conselho dos Produtores e Exportadores de Suco de Laranja (CONSECITRUS) (GAZETA DE BEBEDOURO, 2011).

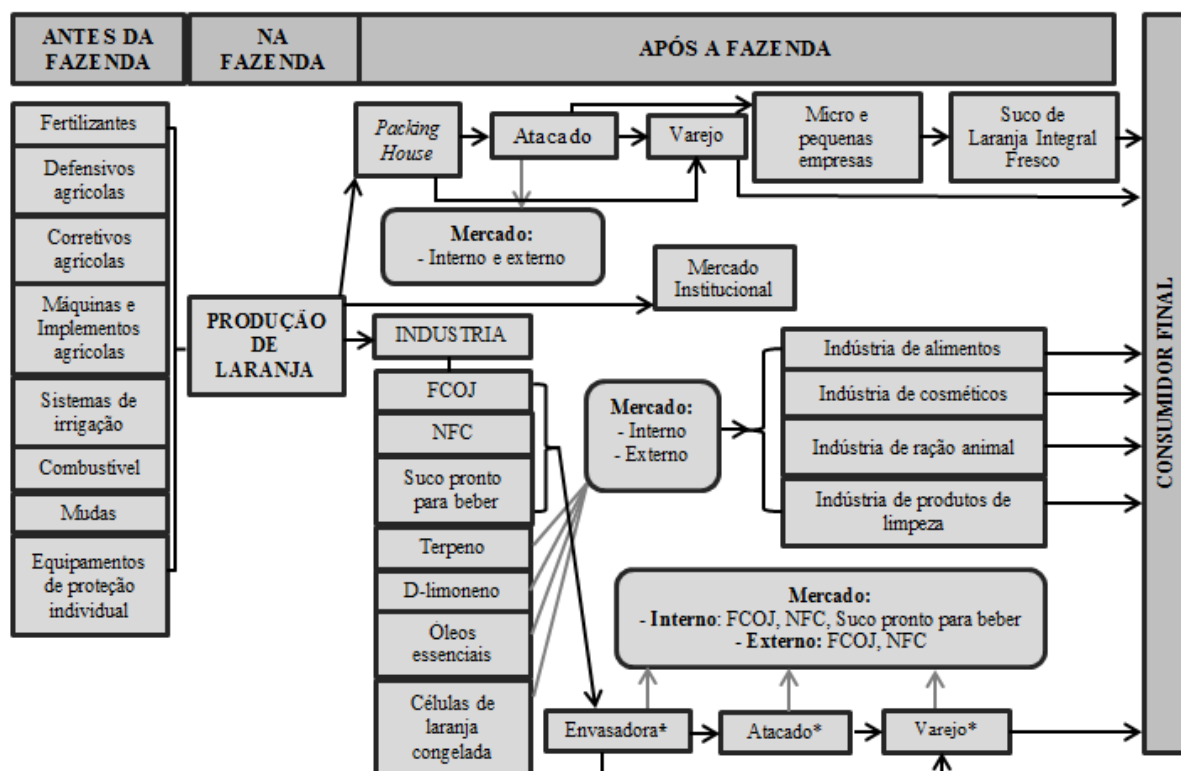
Entre 2013 e 2014, o governo federal, pressionado pelos citricultores remanescentes na atividade, sinalizou algumas ações emergenciais visando atenuar a crise, como a colocação da citricultura na Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM) e a securitização das dívidas de investimento e custeio contraídas pelos produtores ao longo dos anos. A criação do CONSECITRUS, desde o início, enfrentou uma série de barreiras, especialmente em relação às divergências entre a indústria e os citricultores na elaboração do seu estatuto. O mesmo ficou em discussão por dois anos, tendo sido protocolado em março de 2016, pelas indústrias processadoras de suco, mas sem a total concordância por parte dos produtores de laranja, gerando novos conflitos entre esses agentes do CAI citrícola paulista.

O contexto acima mostra que, a partir da década de 90, tornou-se cada vez mais difícil a permanência de um grande número de citricultores na atividade, especialmente os pequenos e médios produtores independentes. A rentabilidade na atividade passou a depender, substancialmente, do aumento de produtividade dos pomares para a redução de custos de produção por área. Muitos citricultores não conseguiram modernizar a sua produção para se adequar ao novo cenário produtivo de elevada incidência de pragas e doenças, dos altos custos de produção e das fortes variações nos preços da caixa de laranja.

#### **4.2. O Complexo Agroindustrial (CAI) citrícola paulista**

De acordo com Batalha e Silva (2001, pg. 34), um Complexo Agroindustrial “(...) *tem como ponto de partida uma determinada matéria-prima de base (...)*” e sua formação “(...)

exige a participação de um conjunto de cadeias de produção, cada uma delas associada a um produto ou família de produtos (...)". Os diversos agentes econômicos que compõem o CAI citrícola paulista buscam, por meio de relações técnicas e comerciais, fornecer ao consumidor final, principalmente, a laranja *in natura* e o suco de laranja. A Figura 7 descreve de forma simplificada, a estrutura do CAI citrícola no Brasil, possibilitando uma ampla visão dos segmentos que o integram e das relações entre os mesmos.



**Figura 7** - Descrição do Complexo Agroindustrial (CAI) citrícola no Brasil.

Fonte: Adaptada de Accioli e Figueiredo (2001) e Neves et al. (2010).

\* Processa e distribui sucos, néctares e refrescos.

A comercialização dos produtos processados industrialmente, a produção agrícola e os insumos são os segmentos mais lucrativos desse complexo (NEVES et al., 2010). Desta forma, as seções seguintes focaram, principalmente, na caracterização dos mesmos.

#### 4.2.1. Segmento de insumos

O segmento de insumos agrícolas é composto por empresas que fornecem produtos para a produção agrícola, como defensivos agrícolas, fertilizantes de solo (sólidos e líquidos) e foliares, implementos e máquinas agrícolas, equipamentos de irrigação, mudas, entre outros. Em 2010, esse segmento faturou com a citricultura R\$ 1,4 bilhão (NEVES et al., 2010). A seguir são descritas as principais atividades que compõem esse segmento na citricultura, com

ênfoque nos defensivos e fertilizantes, que são os insumos mais utilizados no processo produtivo da laranja.

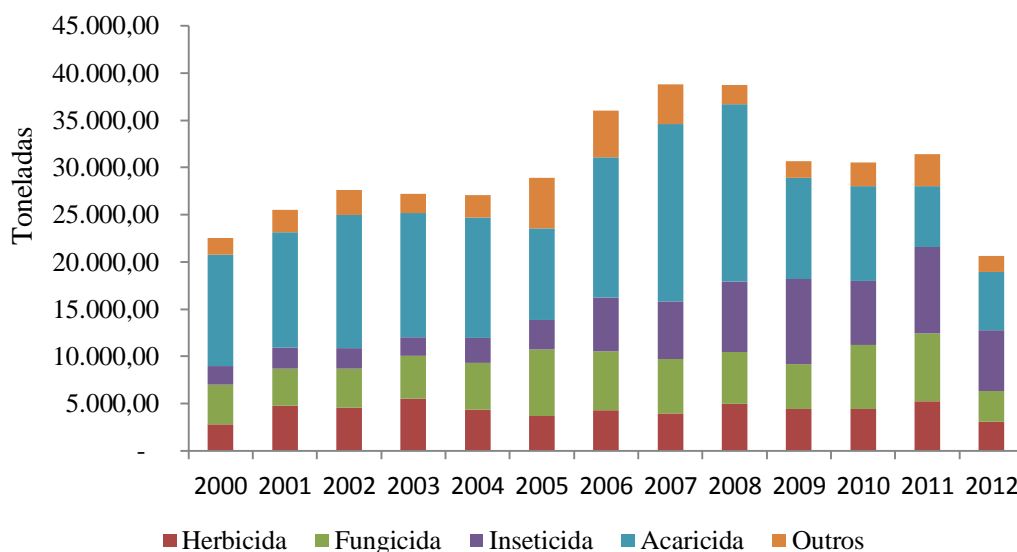
#### **4.2.1.1. Defensivos agrícolas**

A laranja é uma cultura com alta incidência de pragas e doenças, deste modo, existe uma grande preocupação com o controle das mesmas, pois elas podem afetar a quantidade e a qualidade das frutas produzidas, além de causar danos às plantas, deixando-as improdutivas e/ou levando-as à erradicação (ADAMI, 2010). O referido controle é feito pelo uso de defensivos agrícolas (herbicidas, inseticidas, acaricidas, fungicidas, bactericidas, etc). A cultura da laranja é altamente dependente da utilização de defensivos agrícolas. Esses insumos representam aproximadamente 18 a 19% dos custos operacionais<sup>32</sup> de pomares localizados na região centro-norte de São Paulo (PAGLIUCA et al., 2012).

A Figura 8 mostra a evolução do uso total e por categoria de defensivos agrícolas na cultura de citros, entre 2000 e 2012. Observa-se, entre os anos analisados, uma grande oscilação da participação de cada categoria na quantidade total de defensivos utilizada. Por exemplo, nesse período, em relação à quantidade total de defensivos, houve uma redução no uso de acaricidas de 50,90% para 29,53% e um aumento no uso de inseticidas de 7,85% para 30,45%. O uso de fungicidas, herbicidas e outros tipos de defensivos agrícolas manteve-se relativamente estável entre os anos analisados. Em relação à quantidade total de defensivos, as médias das quantidades utilizadas dessas categorias foram de 17,89%, 14,83% e 9,70%, respectivamente, no período analisado.

---

<sup>32</sup> Os custos operacionais são as despesas/desembolsos com insumos, mão-de-obra, operações mecanizadas e despesas administrativas necessárias para movimentar o patrimônio de uma empresa ao longo de um ano-safra. Esses custos não consideram os custos de oportunidade (PAGLIUCA et al., 2012).



**Figura 8** - Evolução da quantidade total e de cada tipo de defensivo agrícola utilizado nos citros entre 2000 e 2012.

Fonte: elaborada pela autora com dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos Vegetais, SINDIVEG (2014).

O aumento do uso de inseticidas pode ser atribuído ao aparecimento do *greening* em 2004; doença transmitida por um inseto (psílideo: *Diaphorina citri*). Essa doença é considerada, atualmente, a mais destrutiva para as plantas cítricas, tanto pelo fato de não existir cura, como pelo aumento considerável de sua incidência nos últimos anos, conforme será apresentado na seção 4.2.2.1. A redução do uso de acaricidas pode ser atribuída a uma estabilização da incidência de doenças transmitidas por ácaros na citricultura, tais como a Leprose, causada pelo vírus *Citrus leprosis* que é transmitido pelo ácaro *Brevipalpus phoenicis*.

Em 2012, a cultura dos citros representou, em média, 2% das vendas de defensivos agrícolas no país. Esse mercado, no Brasil, caracteriza-se por um oligopólio, com nove empresas multinacionais (*Syngenta, Bayer, Basf, FMC Agricultural Products, Monsanto, Dow AgroSciences, DuPont, Adama e Nufarm*), detendo aproximadamente 80% do mercado nacional (SINDIVEG, 2014).

#### 4.2.1.2. Fertilizantes

Os fertilizantes são insumos muito importantes para a produção de citros, podendo impactar, significativamente, a produtividade da cultura. Eles representam aproximadamente 14 a 15% do custo operacional de um pomar de laranja localizado no centro-norte de São Paulo (PAGLIUCA et al., 2012). Os fertilizantes podem ser aplicados via solo (sólidos ou líquidos) ou via folha (líquidos). As recomendações de adubação são realizadas e divididas de



acordo com as fases da cultura: plantio, formação (0 a 4 anos) e produção (acima de 5 anos). Nas duas primeiras fases (plantio e formação), as recomendações baseiam-se em análises de solo e na terceira fase (produção), baseiam-se, além de análises de solo, em análises foliares e na produtividade do pomar (FIGUEIREDO et al., 2009).

Entre os fertilizantes sólidos aplicados no solo na cultura de citros, as formulações (N-P-K)<sup>33</sup> são as mais utilizadas, seguidas pelos fertilizantes simples. As adubações líquidas via solo são utilizadas em menor escala. A adubação foliar tem por objetivo fornecer micronutrientes às plantas, sendo o Zinco, o Manganês e o Boro os mais importantes para os citros (MAGALHÃES, 2005). Segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), em 2015, o consumo total de fertilizantes (formulações N-P-K e formulações simples) no Brasil, foi superior a 30 milhões de toneladas, ocupando a quarta colocação entre os países que mais consomem esse tipo de insumo. A citricultura participa com cerca de 2% do consumo total de fertilizantes do país e caracteriza-se como uma das culturas mais intensivas no seu uso, aplicando 389 kg/ha (NEVES et al., 2010).

O mercado de empresas de fertilizantes no Brasil é muito concentrado, configurando-se como um oligopólio. Os grupos *Bunge*, *Mosaic* e *Yara* possuem mais de 70% do *market share* nacional. Os 30% restantes, pertencem às empresas Fertipar, Heringer, Iharabrás, *Stoller*, Produquímica, entre outras (SENADO, 2009). A indústria brasileira de fertilizantes, apesar de ter sofrido um processo de verticalização nos últimos anos, ainda é muito dependente de produtos externos. Em 2015, o Brasil importou 78%, 37% e 94% dos fertilizantes nitrogenados, fosfatados e de potássio, respectivamente<sup>34</sup> (ABISOLO, 2016). Essa grande dependência das importações tem tornado o preço final do produto muito instável no mercado nacional.

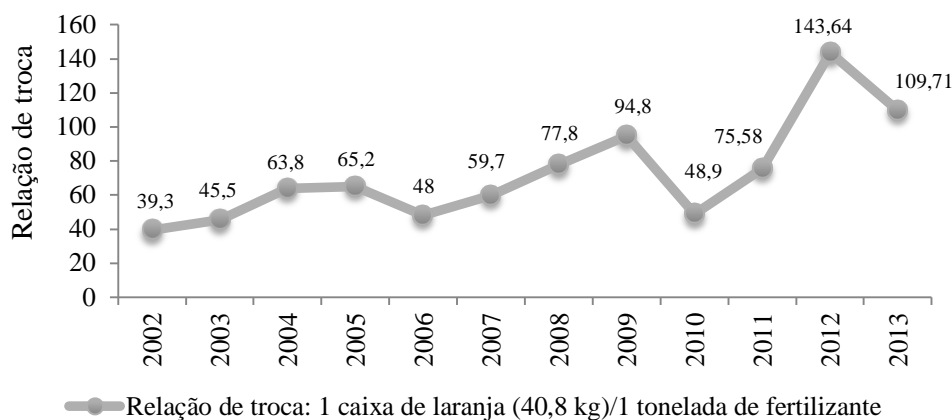
A Figura 9 apresenta a relação de troca entre a laranja e fertilizante no período de 2002 a 2013. Essa relação é uma mensuração que permite avaliar a resposta do produtor às variabilidades de preços (recebidos pelo produto final – laranja - e pagos pelos insumos – os fertilizantes) e de demanda de fertilizantes em diferentes períodos. Observa-se que a relação, ao longo dos anos analisados, possui uma tendência crescente, indicando que foi necessária a venda de mais caixas de laranja por safra para a aquisição de uma tonelada desse insumo, fruto possivelmente, dos preços baixos recebidos pelos citricultores. A maior relação de troca é verificada em 2012, possivelmente, em decorrência da crise enfrentada pelo setor, que

---

<sup>33</sup> Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K). São macronutrientes e, por isso, são demandados em maior quantidade pelas plantas.

<sup>34</sup> A menor dependência de importação de fertilizantes fosfatados ocorre devido à existência de reservas de rocha fosfática no país e de unidades processadoras no Brasil.

provocou enorme queda nos preços pagos pela caixa de laranja, fazendo com que a aquisição de uma tonelada de fertilizantes representasse a venda de 143,64 caixas de laranja.



**Figura 9** - Relação de troca entre a laranja e fertilizante entre 2002 e 2013.

Fonte: elaborada pela autora com dados da ANDA (2016).

Em relação aos fertilizantes foliares, a cultura de citros tem 1% de participação nas vendas desse tipo de insumo (ABISOLO, 2016). Esse mercado caracteriza-se como promissor, pois os fertilizantes foliares, se compatíveis, podem ser aplicados juntamente com os defensivos agrícolas, otimizando as operações.

#### 4.2.1.3. Corretivos e condicionadores agrícolas

O uso de corretivos agrícolas na agricultura, tais como o calcário agrícola, objetiva, principalmente, corrigir a acidez do solo. O Brasil encontra-se entre os seis maiores produtores de calcário do mundo, e a produção do mesmo para fins agrícolas ocorre em quase todos os estados brasileiros, principalmente, na região Sudeste. O Estado de São Paulo foi responsável, em 2015, por 7% do consumo nacional de calcário agrícola, sendo a citricultura o principal destino desse produto no estado. O preço médio de aquisição desse insumo é considerado baixo, cerca de R\$ 47,00/tonelada, porém, a distância entre as localidades produtoras e o mercado consumidor pode tornar o valor do frete elevado, influenciando na aquisição desse produto pelos agricultores (ABISOLO, 2016).

Diferentemente dos corretivos, os condicionadores de solo, tais como o gesso agrícola, não interferem na acidez do solo e, sim, melhoram as propriedades físicas, físico-químicas e a atividade biológica do mesmo. O Estado de São Paulo concentra 36% do mercado desses produtos e 2% das vendas foram direcionadas para a cultura de citros em 2015 (ABISOLO, 2016).

#### 4.2.1.4. Máquinas e implementos agrícolas

Entre as máquinas e implementos agrícolas utilizados na citricultura, destacam-se os tratores, os pulverizadores e os atomizadores. Em São Paulo, o custo para operá-los em um pomar de citros representa em torno de 8% dos custos de produção/hectare (PAGLIUCA et al., 2012).

Na citricultura, estima-se que exista um trator para cada 40 hectares, porém grandes propriedades podem operar até 120 hectares com somente um trator (LOPES, 2005). A estrutura de mercado das empresas fornecedoras de tratores caracteriza-se por um oligopólio de grupos multinacionais, como a *Agricultural Company* (AGCO) (proprietária das marcas *Massey Ferguson* e *Valtra*) e a *CNH Industrial* (proprietária das marcas *New Holland* e *Casey*). Esses grupos dominavam em 2013, mais de 73% do mercado nacional de tratores<sup>35</sup> (ASSODEERE, 2013). Do total de tratores (nacionais e importados) comercializados em 2015, o Estado de São Paulo teve participação em 17,69% das vendas. Nesse estado, a *Massey Ferguson* detém o maior *market share* (entre 60% e 70%), tendo a citricultura como um grande mercado, especialmente de tratores de pequeno e médio porte (71 a 99 cavalos de potência). Em 2005, de 400 tratores comercializados por essa empresa, 150 foram adquiridos por produtores de citros (LOPES, 2005).

Em relação aos implementos agrícolas, os atomizadores e os pulverizadores são os mais utilizados na citricultura. Historicamente, a citricultura representa de 2% a 4% do faturamento desse segmento. As principais empresas fornecedoras são a Máquinas Agrícolas Jacto S/A, a FMCopling, a Kuhn do Brasil S/A Implementos Agrícolas e a KO máquinas agrícolas. Outros implementos importantes, tais como as adubadoras e as roçadeiras são fornecidas, principalmente, pela Tatu-Marchesan, Kamaq Máquinas e Implementos Agrícolas e pela Implementos Agrícolas Jan S/A (LOPES, 2005).

#### 4.2.1.5. Equipamentos para irrigação

De acordo com Lopes (2005), as culturas dos citros e do café são os principais destinos das vendas de equipamentos para irrigação localizada (micro aspersores e gotejadores) no país. Nos citros, apesar de haver maior utilização de sistemas localizados, os sistemas de aspersão também são muito utilizados nos pomares. O custo de implantação de um sistema de irrigação no Brasil é bastante alto, especialmente de irrigação localizada. Em 2014, o faturamento das empresas fabricantes de sistemas de irrigação foi de 1,5 bilhão de

---

<sup>35</sup> Essas empresas são de capital americano e italiano, respectivamente.

reais (ABIMAQ, 2016). As principais empresas fornecedoras desses sistemas no país são de capital estrangeiro. O capítulo 5 desta tese detalhará os aspectos relativos à irrigação na citricultura.

#### **4.2.1.6. Mudanças**

A muda de citros é composta pela combinação de uma variedade de porta-enxerto com uma variedade de copa. A propagação das mudas é feita em viveiros e os principais insumos utilizados no processo produtivo são os fertilizantes, as sementes/borbulhas, os substratos e as estufas. Na safra 2008/2009, esse segmento representou em torno de 4% do total faturado pelo segmento de insumos agrícolas com a citricultura (NEVES et al., 2010). No Estado de São Paulo, desde 2003, é obrigatória a produção de mudas em viveiros telados<sup>36</sup>, além disso, é proibida a comercialização, o transporte e a importação, de outros estados, de mudas que tenham sido produzidas fora dessas condições. Tais medidas buscam evitar a contaminação das mudas por insetos transmissores de doenças como a CVC e o *greening* (BRASIL, Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003).

Até 2001, existiam 1.978 viveiros abertos de mudas, produzindo 24 milhões de mudas/ano. A partir da criação da lei das sementes e mudas, em 2003, esse número foi reduzido para 16 viveiros abertos e 594 viveiros protegidos, com uma produção anual de 16 milhões de mudas. Em 2016, havia em torno de 160 viveiros protegidos com uma produção anual de 15 milhões de mudas e porta-enxertos (GIRARDI, 2016).

#### **4.2.2. Produção citrícola paulista**

Na safra 2014/2015, o Estado de São Paulo foi responsável por mais de 72% da produção nacional de laranja *in natura* e mais de 90% da produção de suco de laranja (USDA, 2015). Ao longo dos últimos 20 anos, o parque citrícola paulista sofreu transformações estruturais com a saída de parcela significativa dos produtores da atividade, o deslocamento de parte da produção para áreas situadas mais ao sul do estado e o adensamento dos pomares.

Nas subseções que se seguem, busca-se descrever a produção citrícola paulista. Foca-se na caracterização da cultura da laranja em si, na localização de sua produção em São Paulo, na evolução da produção, produtividade, área plantada dos pomares e dos preços recebidos pela caixa de laranja ao longo dos anos.

---

<sup>36</sup> Lei nº 10.711 (de 05 de agosto de 2003) (Lei de sementes e mudas) e Instruções Normativas MAPA nº 24 (de 14 de julho de 2009) e nº 48 (de 01 de novembro de 2011) que regulam, especificamente, a produção de mudas cítricas.

#### 4.2.2.1. Características da cultura da laranja

O cultivo de laranjas doces (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) representa 90% do total de plantas cítricas do Estado de São Paulo<sup>37</sup> (CDA, 2014). Diversas variedades de laranja são plantadas nos pomares visando o escalonamento da colheita e a redução de riscos climáticos (seca ou excesso de chuva na florada), além de facilitar o tratamento e manejo de doenças (NEVES, 2012). A Tabela 3 apresenta as principais variedades comerciais de laranja cultivadas no parque citrícola paulista em 2014, destacando o período de colheita e os principais canais onde são comercializadas.

**Tabela 3** - Principais variedades comerciais de laranja cultivadas no parque citrícola paulista em 2014.

Variedades*	Período de colheita	Destino comercial	% de plantas cultivadas
Hamlin	Precoce (abril a julho)	Indústria	11,56%
Westin	Precoce (maio a agosto)	Indústria/Mercado	1,54%
Rubi	Precoce (junho a agosto)	Indústria/Mercado	1,74%
Valência americana	Precoce (junho a agosto)	Indústria/Mercado	2,82%
Pêra-Rio	Meia estação (julho a novembro)	Indústria/Mercado	32,09%
Natal	Tardio (agosto a dezembro)	Indústria/Mercado	10,00%
Valência	Tardio (agosto a dezembro)	Indústria/Mercado	26,60%
Folha Murcha	Tardio (outubro a fevereiro)	Indústria/Mercado	3,88%
Total	-	-	90,23%

Fonte: elaborada pela autora com dados de Neves (2012), CDA (2014) e <http://www.citrolima.com.br/boletim/boletim7.htm> (2014).

\* Variedades de laranjas doces com menos de 1% da quantidade total de plantas cultivadas no parque citrícola paulista, em 2014, não foram inseridas na Tabela 3.

Como observado na Tabela 3, a Hamlin é a única variedade de laranja, entre as mais cultivadas no parque citrícola paulista, que é destinada exclusivamente, ao processamento de suco. As outras variedades (Westin, Rubi, Valência Americana, Valência, Pêra Rio, Natal e Folha Murcha) podem ser comercializadas tanto para a indústria como para o mercado, dependendo do tipo de tratamentos culturais aplicado. A variedade Pêra-Rio é a preferida dos consumidores nacionais de frutas frescas, sendo também muito comercializada na indústria, fazendo com que essa variedade seja a mais cultivada no cinturão citrícola, com 32,09% do total de plantas do mesmo.

A safra de laranja, devido ao plantio escalonado, se estende de abril a dezembro e a entressafra de janeiro a março. As laranjas doces são propagadas, principalmente, pelo uso de

<sup>37</sup> Os principais tipos de citros cultivados no Brasil são as laranjas, as tangerinas, as limas ácidas e os limões. Em São Paulo, em 2014, foram produzidas 362.968 toneladas de tangerinas, 923.178 toneladas de limões (incluindo as limas ácidas) e 13.365.983 toneladas de laranja (IBGE, 2014).

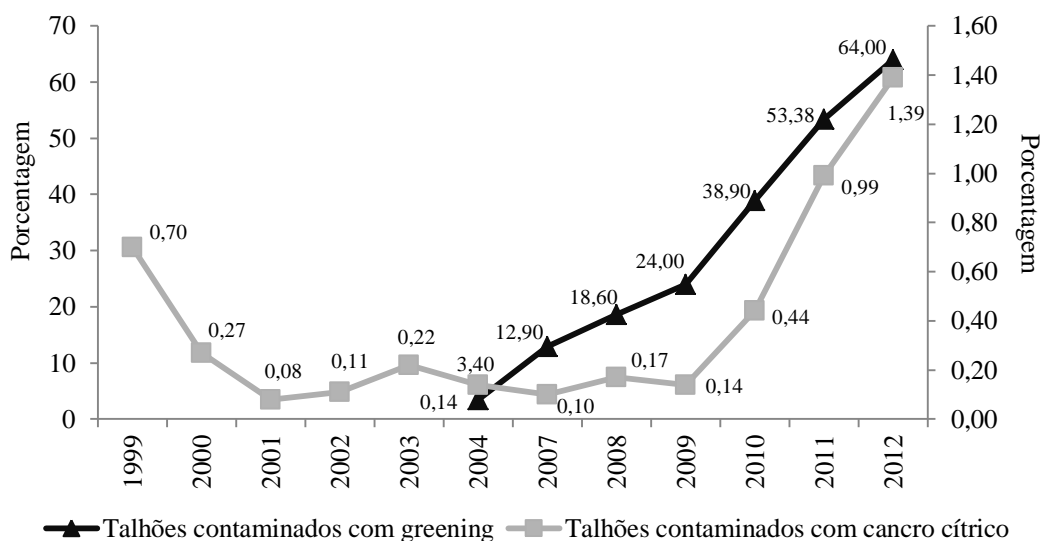
variedades enxertadas, sendo o limão-cravo o porta-enxerto mais utilizado<sup>38</sup> (VIEIRA, 2006; BASTOS et al., 2014). Após o plantio, geralmente, as plantas cítricas iniciam a produção entre três e quatro anos de idade. A produção máxima das plantas pode ser atingida entre 10 e 12 anos de idade, dependendo do espaçamento dos pomares, e a vida útil do mesmo gira em torno de 16 anos, em média (COELHO, 2005).

Uma série de pragas e doenças tem afetado a cultura da laranja ao longo dos anos, impondo a necessidade de altos investimentos, tanto em tratamentos fitossanitários pelos produtores, como em pesquisas científicas focadas, principalmente, no desenvolvimento de variedades de copas e porta-enxertos mais resistentes às moléstias agrícolas. Atualmente, a doença que mais afeta a citricultura é o *greening*. Essa doença é considerada a mais destrutiva dos citros, pois não há variedade comercial de copa ou porta-enxerto resistente à mesma e não há cura para as plantas contaminadas. As plantas novas infectadas não produzem e as plantas adultas que produzem sofrem grande queda de frutos. O cancro cítrico, em menor escala, também é uma doença que preocupa a citricultura paulista.

A Figura 10 apresenta a evolução da porcentagem de talhões contaminados com *greening* e cancro cítrico nos pomares paulistas entre 2004 e 2012 e 1999 e 2012, respectivamente. Observa-se que desde o seu surgimento, em 2004, a contaminação por *greening* é crescente nos pomares de São Paulo, estando essa doença presente em todas as áreas citrícolas do estado. Já a contaminação por cancro cítrico, apresentou uma redução entre 1999 e 2007. Porém, a partir de 2008 houve um aumento de sua incidência.

---

<sup>38</sup> O Citrumelo *Swingle*, a Tangerina Sunki, a Tangerina Cleópatra e os Trifoliatas também têm sido utilizados em virtude, especialmente, de sua tolerância à Morte Súbita do Citros (MSC), mas também devido a sua adaptação a diferentes tipos de solos, sobretudo, aos que são areno-argilosos, considerados os ideais para a cultura dos citros (VIEIRA, 2006; BASTOS et al., 2014).



**Figura 10** - Evolução da porcentagem de talhões contaminados com *greening* e cancro cítrico nos pomares paulistas entre 2004 e 2012 e 1999 e 2012, respectivamente.

Fonte: elaborada pela autora com dados do Fundo de Defesa da Citricultura, Fundecitrus (2016).

Em 2012, as regiões leste e centro do Estado de São Paulo eram as mais afetadas pelo *greening*, com 14,81% e 9,81%, respectivamente, da quantidade de plantas com sintomas, enquanto que as regiões noroeste e sul eram as menos afetadas com 0,28% e 0,85%, respectivamente. A partir de 2008, criaram-se mecanismos mais rigorosos para o controle e combate a essa doença no estado, baseados, de um modo geral, na fiscalização regular do pomar, com a obrigatoriedade de erradicação de plantas, dependendo do grau de infestação do mesmo (FUNDECITRUS, 2016). Entretanto, apesar dessas medidas, a incidência dessa doença nos pomares paulistas ainda é bastante alto.

Em 2012, a incidência de cancro cítrico no Estado de São Paulo era de 1,39% de talhões infestados. De acordo com Belasque Junior et al. (2010), a reincidência dessa doença nos pomares do estado, ocorreu em função de um abrandamento das metodologias adotadas para a erradicação do cancro cítrico a partir de 2009. Além do *greening* e do cancro cítrico, outras doenças também afetam a cultura da laranja, porém com menor severidade, tais como a CVC, a Leprose, a MSC, a Pinta Preta e a Podridão Floral (estrelinha). Essas doenças são brevemente descritas na Tabela 4.

**Tabela 4 - Principais doenças que afetam a citricultura em São Paulo.**

Doença	Agente (s) causador (es)	Agente (s) transmissor (es)
Greening	<i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> <i>Candidatus Liberibacter americanus</i> (bactérias)	<i>Diaphorina citri</i> (psílídeo)
Cancro Cítrico	<i>Xanthomonas citri</i> subsp. <i>citri</i> . (bactéria)	Veículos, animais, pessoas, etc
CVC	<i>Xylella fastidiosa</i> (bactéria)	Cigarrinhas
Leprose	<i>Citrus leprosis</i> (vírus)	<i>Brevipalpus phoenicis</i> (ácaro)
MSC	Sem causa confirmada	Desconhecido
Pinta Preta	<i>Guignardia citricarpa</i> (fungo)	Mudas, restos de material vegetal, chuvas com vento, etc
Podridão Floral	<i>Colletotrichum spp.</i> (fungo)	Desconhecido

Fonte: elaborada pela autora com dados do Fundecitrus (2016).

Com relação às pragas que afetam a citricultura, muitas estão relacionadas com a transmissão de doenças por vetores, como psílídeos e cigarrinhas. Também existem outras pragas afetando a cultura da laranja, incluindo ácaros (branco, falsa ferrugem, leprose e purpúreo), mariposas (minador dos citros e bicho furão), moscas (do mediterrâneo, sul-americana, mosca-da-mandioca e mosca negra), cochonilhas (ortézia e escama farinha) e pulgões (verde e preto). Essas doenças atingem, de um modo geral, folhas, ramos e frutos das plantas, prejudicando o seu desenvolvimento e, em alguns casos, inviabilizando a comercialização dos frutos (FUNDECITRUS, 2016).

#### **4.2.2.2. Localização da produção e características das propriedades**

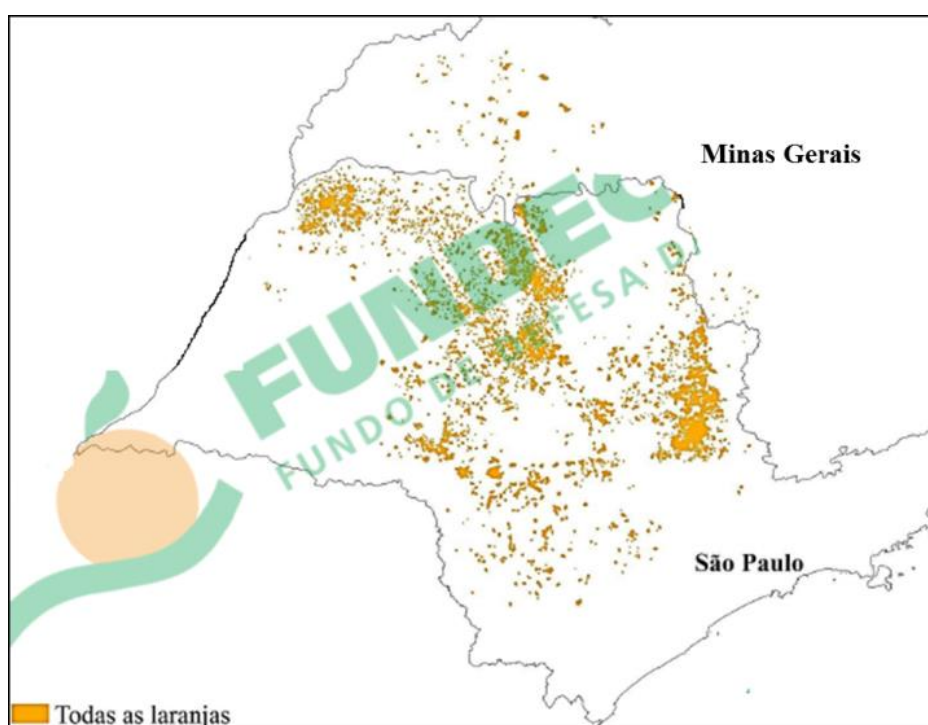
Entre 1995/1996 e 2015, houve uma redução de mais de 68% no número de propriedades citrícolas em São Paulo, passando de 35.885 para 11.222 (LUPA, 1995/1996; CDA, 2015a). Essa redução ocorreu mais intensivamente, entre os pequenos e médios produtores, especialmente a partir de 2012. Entre 2012 e 2015, houve uma redução de 37,76%, 33,74% e 9,47% de pequenos, médios e grandes produtores<sup>39</sup>, respectivamente, no parque citrícola paulista. Assim, em 2015, dos 11.222 citricultores restantes, 9.006 (80,25%), 1.892 (16,85%) e 324 (2,88%) eram pequenos, médios e grandes produtores de laranja, respectivamente (CDA, 2012a,b; CDA, 2015a,b).

Até meados dos anos 2000, a produção citrícola paulista era, majoritariamente, concentrada nas regiões centro-norte-nordeste do estado; regiões denominadas de tradicionais no cultivo de laranja. Porém, nos últimos anos tem havido um deslocamento da produção para

<sup>39</sup> Foram considerados pequenos produtores, aqueles que possuíam menos de 10.000 plantas cítricas na propriedade, médios aqueles com 10.001 a 100.000 plantas e grandes aqueles com mais de 100.001 plantas. Essa classificação também foi utilizada por Rossi et al. (2004).



regiões localizadas mais ao sul de São Paulo. Em 2015, a produção paulista atingiu 295.364.753,90 caixas de laranja. A região centro-norte-nordeste do estado foi responsável por 51,36% dessa produção, com destaque para os Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDRs) de Barretos (10,39%), São João da Boa Vista (9,36%) e Araraquara (5,82%). A região sul-sudoeste do estado foi responsável por 48,63% da produção, com destaque para os EDRs de Avaré (7,37%), Itapetininga (7,25%) e Bauru (6,39%) (IEA, 2015). A Figura 11 apresenta a localização da produção de laranja no Estado de São Paulo em 2015.



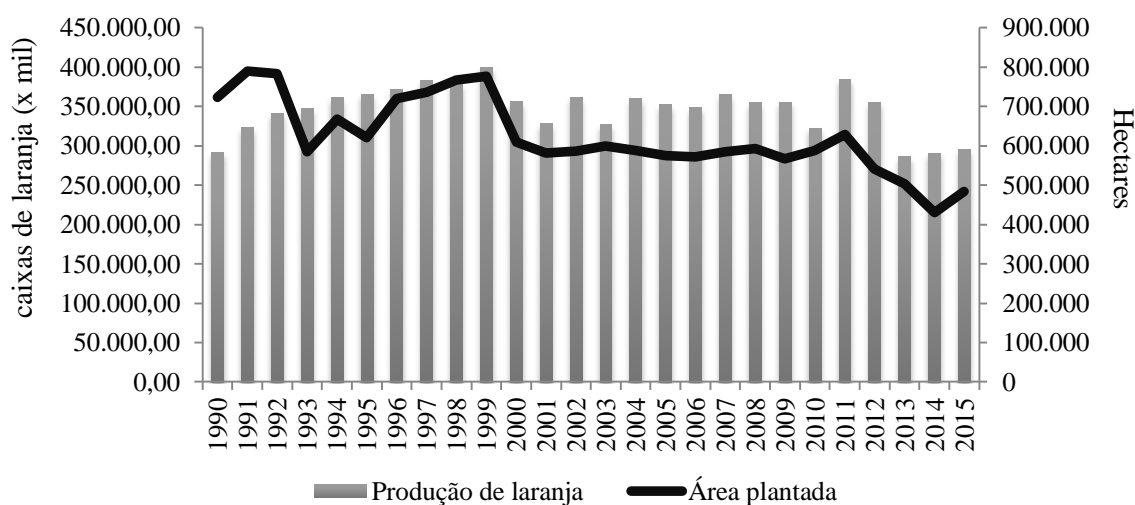
**Figura 11** - Localização da produção de laranja no Estado de São Paulo em 2015.  
Fonte: Adaptada do Fundecitrus (2015).

O deslocamento do parque citrícola paulista para regiões mais ao sul do estado pode ser atribuído, entre outros fatores, à valorização das terras em São Paulo, à descapitalização dos citricultores e à alta incidência de *greening* na região central e leste do estado. Além disso, a ocorrência de chuvas mais regulares torna a região sul do estado mais úmida, evitando assim, gastos com irrigação. A busca por maior umidade tornou-se um fator crítico, especialmente a partir dos anos 2000, devido à necessidade de troca do porta-enxerto Limão-Cravo, suscetível à doença MSC, por outros porta-enxertos que, apesar de resistentes a essa doença, não eram tão resistentes à seca (BRITO, 2004; NEVES, 2012).

#### **4.2.2.3. Evolução da produção, área plantada e produtividade dos pomares paulistas**

Apesar da redução significativa no número de produtores atuantes no parque citrícola paulista, não houve redução significativa na média da produção de laranja entre 1990 e 2015,

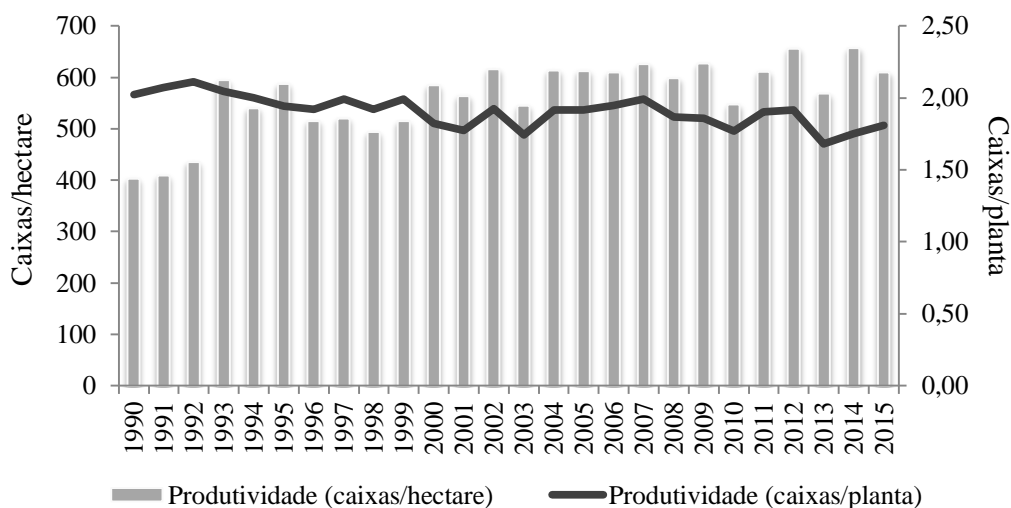
conforme apresentado na Figura 12. A produção média de São Paulo no período analisado foi de 346.539.260 caixas/ano. Porém, é importante salientar que houve redução de 24,4% da produção de caixas de laranja de 2012 para 2013, devido, principalmente, à instabilidade financeira provocada pela crise na citricultura. A área plantada com laranjas, por sua vez, apresentou uma redução acentuada em relação à produção, passando de 722.850 hectares em 1990, para 483.600 hectares em 2015, como resultado do adensamento dos pomares feito pelos produtores e também, provavelmente, da saída de vários produtores da atividade citrícola.



**Figura 12** - Evolução da produção de laranjas e da área plantada em São Paulo, entre 1990 e 2015.

Fonte: elaborada pela autora com dados do IEA (2015).

A Figura 13 apresenta a evolução da produtividade em caixas/planta e em caixas/hectare dos pomares citrícolas paulistas no período de 1990 a 2015. Observa-se que a produtividade em caixas/planta apresentou leve redução, enquanto a produtividade em caixas/hectare aumentou no período. A média do número de plantas por hectare que era de 250 plantas em 1990, passou para 373 plantas em 2015. O adensamento dos pomares, embora reduza um pouco a produtividade em caixas/planta, quando associado a outras tecnologias, aumenta a produtividade em caixas/hectare (área). Nesse sentido, embora a produtividade em caixas/planta tenha se reduzido de 2,02 em 1990, para 1,81 em 2015, a produtividade por área nesse período, aumentou de 404 para 610 caixas/hectare, respectivamente.



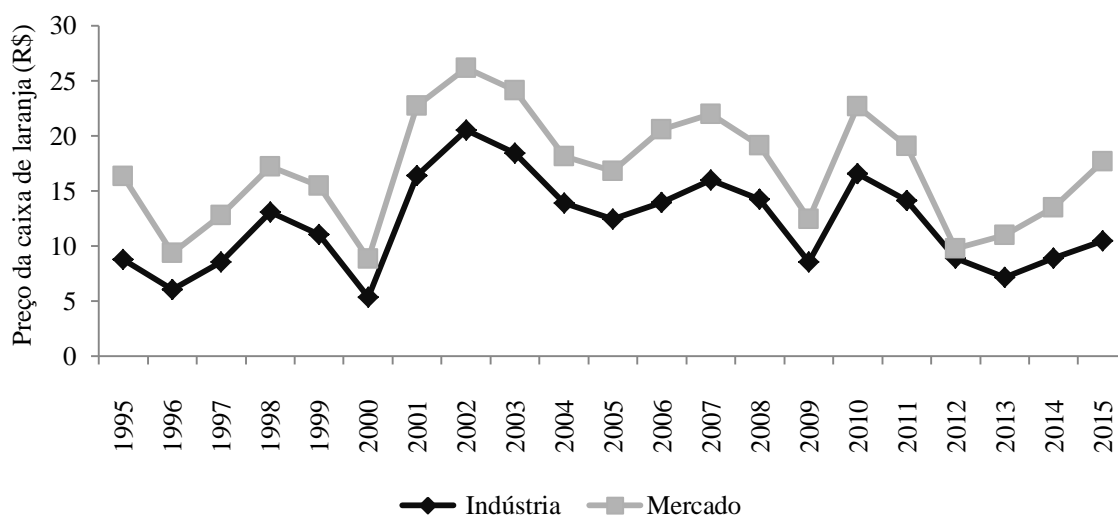
**Figura 13** - Evolução da produtividade em caixas/planta e caixas/hectare dos pomares citrícolas paulistas no período de 1990 a 2015.

Fonte: elaborada pela autora com dados do IEA (2015).

O adensamento dos pomares resultou, em grande parte, da necessidade de se atenuar os efeitos causados pela valorização das terras em São Paulo ocorrida nos últimos 25 anos e, também, pelas perdas de produção e de rentabilidade decorrentes de fases de altas e baixas no preço da caixa de laranja ao longo dos anos, conforme é apresentado na seção 4.2.2.4. Ademais, o adensamento dos pomares ajuda a compensar a redução do número de plantas decorrente das erradicações obrigatórias de árvores, desde 2008, infectadas com *greening* e cancro cítrico. O aumento do número de pomares próprios das indústrias contribuiu bastante para a elevação da produtividade do setor, pois as mesmas investiram, especialmente a partir da década de 90, em outras tecnologias complementares ao adensamento.

#### 4.2.2.4. Evolução dos preços pagos aos citrícultores pela caixa de laranja

A seção anterior apresentou algumas das mudanças ocorridas no segmento produtivo da laranja ao longo de 25 anos. Muitas dessas mudanças foram impulsionadas pela alta volatilidade dos preços pagos aos produtores pela caixa de laranja, tanto na venda para a indústria como para o mercado de frutas frescas, além do recebimento de preços baixos em várias safras. A Figura 14 apresenta a evolução dos preços pagos aos produtores pela caixa de laranja, entre 1995 e 2015, na indústria e no mercado de frutas frescas.



**Figura 14** - Evolução dos preços reais da caixa de laranja vendida para a indústria e mercado de frutas frescas em São Paulo entre 1995 e 2015, corrigidos pelo Índice Geral de Preço – Disponibilidade Interna (IGP-DI) para julho 2015.

Fonte: elaborada pela autora com dados de IPEA (2015) e CEPEA (2015).

Na Figura 14, observa-se em ambos os canais de comercialização, uma alta volatilidade anual dos preços recebidos pelos produtores, com vales acentuados de preços baixos em 2000 e entre 2009 e 2012. A elevada volatilidade de preços prejudica bastante a viabilidade econômica dessa atividade, pois, por se tratar de uma cultura perene com longevidade de 16 anos, em média, os retornos do investimento ocorrem a médio e longo prazo, uma vez que as plantas passam a produzir os frutos somente entre o terceiro e quarto ano de idade. Assim, a volatilidade e o recebimento de preços baixos em algumas safras ou em várias safras sucessivas, comprometem o planejamento e a sustentabilidade financeira da produção (CARRER, 2015).

O preço médio da caixa de laranja vendida no mercado de frutas frescas mostrou-se superior ao preço médio para o processamento industrial, entre 1995 e 2015. As laranjas destinadas ao mercado interno devem possuir uma qualidade superior às comercializadas com a indústria, pois são produtos vendidos quase que diretamente ao consumidor final. Desta forma, esses frutos exigem tratamentos culturais diferenciados por parte do citricultor, o que, conseqüentemente, eleva os custos de produção. Assim, o mercado de laranja *in natura* paga preços superiores pela matéria-prima, porém, ele é balizado nos preços praticados pelas indústrias processadoras (NEVES et al., 2010; NEVES, 2012).

Mesmo remunerando melhor os produtores, o principal destino da produção de laranjas em São Paulo não é o mercado de frutas frescas e, sim, as indústrias processadoras de suco. A alta concentração desse segmento no mercado de laranja, a integração vertical à

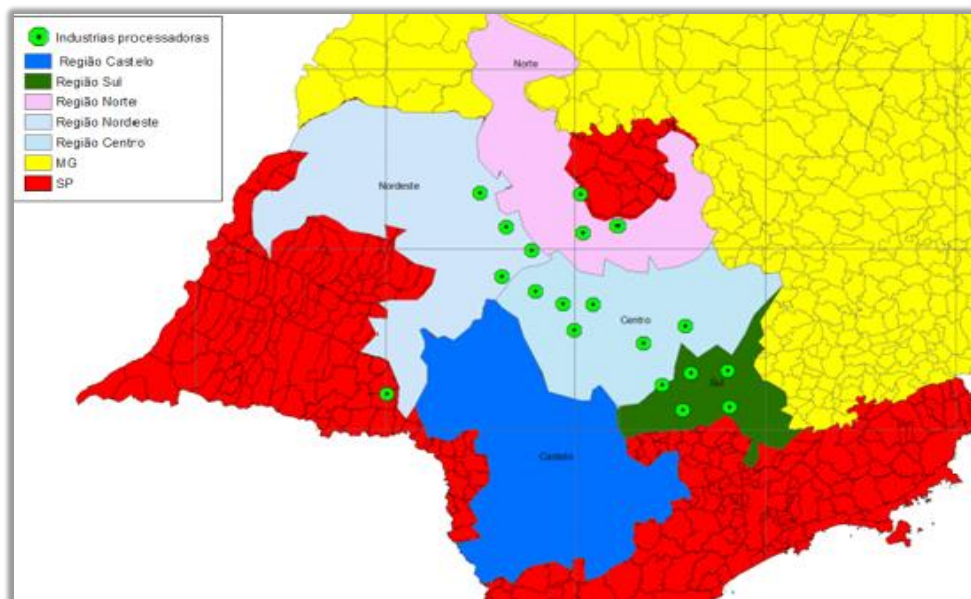
montante das indústrias com a constituição de pomares próprios e a assimetria de informações, principalmente, na cadeia do suco de laranja, em que as processadoras detêm informações importantes acerca de seus estoques de suco, são fatores que estão fortemente ligados à volatilidade e aos baixos preços recebidos pelos produtores. Juntos, todos esses fatores têm contribuído para o alto poder de barganha das indústrias nas transações com os citricultores. Os produtores que não possuem contratos com a indústria, principalmente os pequenos e médios citricultores, são os mais prejudicados pelo alto poder de barganha das indústrias processadoras (CARRER, 2015).

#### **4.2.3. Segmento industrial processador de suco de laranja**

O parque industrial citrícola paulista consolidou-se por meio de fábricas que utilizavam modernas e avançadas tecnologias (LOPES, 2005). Em 2010, 90% (1.064) das extratoras de suco distribuídas pelo país, localizavam-se em São Paulo. Das 1.064 extratoras, 312 (29,32%) pertenciam à Citrusuco, 290 (27,25%) à Cutrale, 214 (20,11%) à LDC, 188 (17,66%) à Citrovita, concentrando cerca de 80% do mercado de suco brasileiro. As 60 extratoras restantes (5,66%) pertenciam a outras seis empresas do setor<sup>40</sup> (NEVES et al., 2010; FAVARO, 2013). Desta forma, a estrutura industrial do suco de laranja pode ser caracterizada por um oligopólio e, simultaneamente, um oligopsônio, considerando-se essas empresas como compradoras da matéria-prima (LOPES, 2005). A Figura 15 mostra a localização das indústrias processadoras em São Paulo. Observa-se que as empresas se localizam, em sua maioria, nas regiões do estado onde há a maior concentração da produção de laranja, especialmente no centro-norte-nordeste e sul-sudeste do estado.

---

<sup>40</sup> 24 pertenciam à Bascitrus (2,25%), 12 à KB (1,12%), 7 à Selial Citrus (0,65%), 6 à Agromex (0,56%), 6 à Hidebrand (0,56%) e 5 à Guacho (0,46%) (FAVARO, 2013).



**Figura 15** - Localização das indústrias processadoras de suco de laranja em São Paulo.  
 Fonte: Adaptada de Andrade e Santos (2010).

Na safra 2014/2015, o Estado de São Paulo processou mais de 66% da produção total de laranjas produzidas no estado (USDA, 2015). A compra da matéria-prima pelas indústrias processadoras ocorre, principalmente, por meio de contratos a termo (uma safra) ou de longo prazo (várias safras), contratos de *toll processing* e, em menor proporção, por meio de mercado *spot* (NEVES e LOPES, 2005; BOTEON, 2006). Além disso, as empresas processadoras implantaram pomares próprios no final da década de 80. Essa integração vertical à montante promovida pelas indústrias visou suprir parte de sua demanda por laranjas. Esses mecanismos de governança são detalhados na seção 4.3.2.

As frutas destinadas à indústria devem ser colhidas no período certo, ou seja, quando apresentam quantidades ótimas de açúcares e ácidos. A época certa da colheita é definida após uma avaliação do pomar que é realizada, geralmente, pela empresa compradora, que identifica o *Brix*, a acidez e o *ratio* dos frutos. O *Brix* é o teor de sólidos solúveis no suco, a acidez é a medida do total de ácidos presentes no suco (cítrico, tartárico e málico) e o *ratio* é a relação entre *Brix* e acidez, e se configura como uma importante medida para aferir o grau de maturação e a qualidade do suco. O valor do *ratio* considerado ideal para o suco de laranja deve ficar entre 12 e 16; valores fora desse intervalo resultam em diminuição do valor comercial do suco. Assim, é recomendável colher na época em que o *ratio* está mais próximo

ao preferido pelos mercados importadores de suco<sup>41</sup> (VIEIRA, 2006; MUNHOZ e MORABITO, 2010).

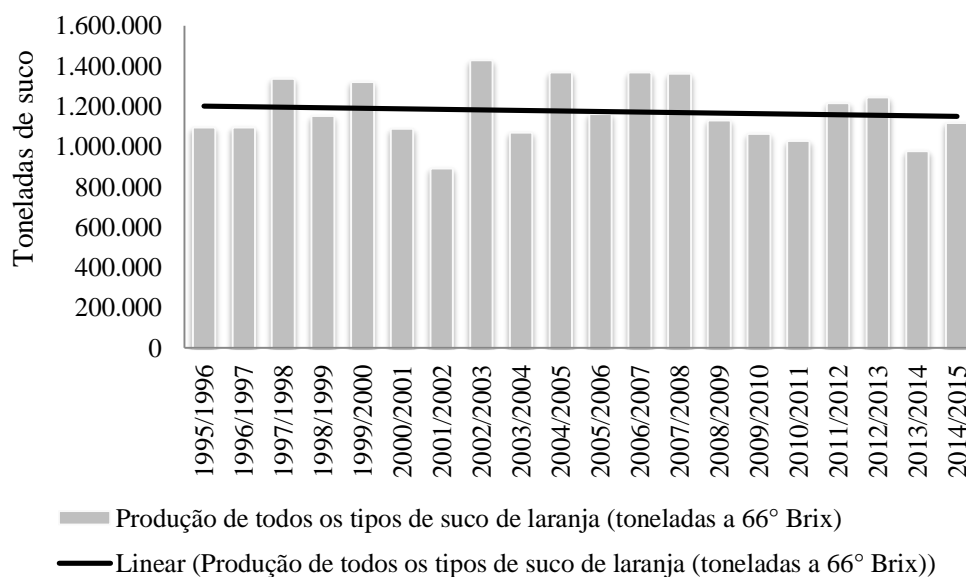
A colheita da laranja é feita quase que exclusivamente de forma manual por trabalhadores contratados, podendo representar até 30% do custo de produção dos pomares (DEPEC, 2016). Os trabalhadores geralmente são contratados por meio de contrato individual de safra, empresas terceirizadas e consórcio de produtores<sup>42</sup> (ALMEIDA e PAULILLO, 2006). Depois de colhidos, os frutos são armazenados em sacolões com capacidade de aproximadamente 500 kg. A remuneração aos colhedores em 2016 foi, em média, R\$ 0,40/por cada saco de 30 kg (REDE BRASIL ATUAL, 2016).

O transporte da fruta até as indústrias é de responsabilidade dos citricultores que precisam contratar esse tipo de serviço. Quanto mais distante a indústria da propriedade citrícola, mais caro é o valor do frete cobrado por caixa de laranja. Essa atividade pode representar em torno de 18% dos custos de produção dos pomares (DEPEC, 2016). Após a compra da laranja, inicia-se o processamento da fruta pela indústria, visando à obtenção do suco de laranja. A Figura 16 apresenta a evolução da produção de todos os tipos de suco de laranja (FCOJ, NFC e outros) produzidos em São Paulo e Triângulo Mineiro (cinturão citrícola) entre as safras de 1995/1996 e 2014/2015. Observa-se que, no período analisado, houve grande oscilação na produção de suco de laranja. A média de produção, no período, foi de 1.177.630 toneladas de suco a 66° Brix.

---

<sup>41</sup> Cada mercado apresenta preferências diferentes em relação ao *ratio*. O suco consumido nos EUA, por exemplo, tem *ratio* superior a 14, enquanto na Europa, o *ratio* do suco é um pouco mais baixo (PAULILLO et al., 2006a).

<sup>42</sup> A contratação de cooperativas de trabalhadores em São Paulo está proibida devido, entre outros fatores, à falta de obediência das mesmas a vários direitos trabalhistas (ALMEIDA e PAULILLO, 2006).



**Figura 16** - Evolução da produção de todos os tipos de suco de laranja produzidos em São Paulo e Triângulo Mineiro entre as safras de 1995/1996 e 2014/2015.

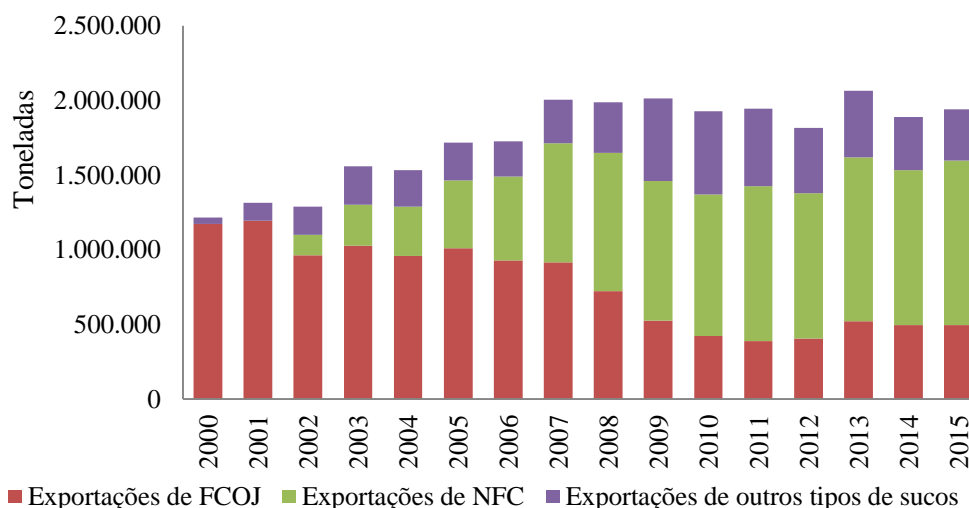
Fonte: elaborada pela autora com dados da Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos - CITRUSBR (2016- a) - e USDA (2015).

O principal destino do suco de laranja brasileiro é a exportação. O baixo consumo de suco industrializado no Brasil deve-se à facilidade de acesso à fruta e à preferência pelo consumo de suco fresco. Em 2014/2015, o Brasil exportou mais de 89% da produção nacional de suco. O transporte do suco até o porto de Santos pode ser feito pelas próprias empresas ou por empresas terceirizadas de forma integral ou não. No porto, empresas especializadas são responsáveis por armazenar o suco até que o mesmo seja embarcado em navios graneleiros (*tank farm*) exclusivos das empresas processadoras (BORGES e TOLEDO, 1998; LOPES, 2005)<sup>43</sup>.

A Figura 17 apresenta a evolução das exportações brasileiras de FCOJ, suco NFC e outros tipos de sucos no período de 2000 a 2015. Observa-se que as exportações foram crescentes até 2012, quando houve uma queda das mesmas, o que contribuiu para a recente crise enfrentada pela citricultura. A partir de 2013, percebe-se o início de uma recuperação das exportações de suco de laranja devido, em grande parte, ao início da exportação para a Ásia. Da quantidade total de FCOJ e suco NFC exportada em 2015, 42,98% tiveram como destino a União Europeia (UE) e 15,11% os EUA. Japão e China, que importam somente suco NFC, adquiriram 3,03%, e 1,86%, respectivamente, da quantidade exportada desse tipo de suco em 2015 (CITRUSBR, 2016b).

<sup>43</sup> A distância das plantas processadoras de suco até o porto de Santos é de 400 a 800 km. O transporte até a Europa, principal destino, dura em torno de 13 dias (TOLEDO e CASTILLO, 2008).





**Figura 17** - Evolução das exportações brasileiras de FCOJ, suco NFC e outros tipos de sucos no período de 2000 a 2015.

Fonte: elaborada pela autora com dados da CITRUSBR (2016- b).

Além de suco de laranja, o processamento industrial também produz alguns subprodutos, como óleo essencial da casca, essências aromáticas, d-limoneno ou terpeno cítrico, polpa e farelo de polpa, suco extraído da polpa, *comminuted citrus base*, pectina e álcool. Esses produtos são destinados às indústrias nacionais e internacionais de alimentos, bebidas, cosméticos, perfumes, ração, tintas, etc (LOPES, 2005), conforme mostrado na Figura 7 (seção 4.2).

#### 4.2.4. Segmento de mercado de mesa

Aproximadamente 30% da produção nacional de laranja são destinados ao consumo *in natura* no mercado interno, e uma pequena parcela é exportada para o mercado internacional de frutas frescas (NEVES et al., 2010). No mercado interno, as vendas de frutas frescas podem ser feitas diretamente aos agentes comerciais, atacadistas e varejistas, ou, mais comumente, por meio de um intermediário (BOTEON, 2006; NEVES, 2012).

As *packing houses* configuram-se como unidades intermediárias que realizam a colheita e o beneficiamento, fornecendo frutas para atacadistas, Centrais de Abastecimento (CEASAs), Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), varejistas (hipermercados e supermercados, quitandas, varejões, lojas de conveniência, padarias e feiras-livres), e também para mercados de suco (integral ou natural pronto para beber). Há também casos de produtores que se verticalizam à jusante, possuindo sua própria *packing house* ou Box nas CEASAs, comercializando com atacadistas e grandes redes de supermercados (BOTEON, 2006; NEVES, 2012).

As *packing houses* são agentes muito importantes, pois classificam, beneficiam e acondicionam as frutas, contribuindo para uma melhor aparência e qualidade do produto, além de contribuírem para a redução dos custos logísticos, devido à retenção de produtos de qualidade inferior no barracão. Elas podem ser segmentadas quanto ao seu processo produtivo (mercado interno ou exportação) e tamanho<sup>44</sup> (NEVES e LOPES, 2005).

De acordo com a CDA, no Estado de São Paulo, em 2010, existiam 521 *packing houses* ativas localizadas, em ordem decrescente pela quantidade, nos EDRs de Mogi-Mirim (112), Jaboticabal (99), Catanduva (52), Barretos (44), Limeira (40), Jales (38), São João da Boa Vista (27), Registro (13), Presidente Prudente (10), Campinas (9), Ribeirão Preto (9), Araraquara (8), São José do Rio Preto (8), São Paulo (8), Andradina (6), Lins (6), Fernandópolis (5), Itapetininga (5), Bauru (4), Itapeva (3), Marília (3), Sorocaba (3), Ourinhos (2), Votuporanga (2), Araçatuba (1), Assis (1), Botucatu (1), Bragança Paulista (1) e General Salgado (1) (NEVES, 2012).

As laranjas que são direcionadas ao mercado interno de frutas frescas não sofrem tanta exigência em relação ao *ratio* dos frutos quanto àquelas destinadas à indústria. No entanto, devem ter boa qualidade e aparência, pois terão como destino a mesa dos consumidores e/ou serão transformadas em suco fresco. Sendo assim, o mercado interno é ainda mais exigente em relação aos tratos culturais do pomar, que impactam na aparência e qualidade das frutas, determinando a aceitação pelos consumidores e o preço de venda (PAULILLO et al., 2006a). Desta forma, devido à maior exigência de qualidade da fruta de mesa, ao manejo diferenciado na produção e, além disso, à competição com as indústrias processadoras, o preço pago pela fruta *in natura* é, geralmente, superior ao da fruta processada (NEVES, 2012)<sup>45</sup>, conforme foi apresentado na Figura 14 (seção 4.2.2.4).

No mercado de frutas frescas, a relação entre os agentes produtores e intermediários geralmente, é informal, ou seja, sem contrato e via mercado *spot*. Estabelece-se o preço quando a fruta ainda está no pé ou no momento da colheita, sendo o pagamento realizado, geralmente, 30 dias após a colheita (BOTEON, 2006).

---

<sup>44</sup> Podem ser consideradas pequenas, as *packing houses* que beneficiam até 10.000 toneladas de frutas/ano, médias, as que beneficiam de 10.001 a 40.000 toneladas/ano e grandes, as que beneficiam acima de 40.001 toneladas/ano (NEVES, 2012).

<sup>45</sup> O índice de correlação entre os preços pagos pelo mercado e pelas indústrias processadoras é de 0,91 (NEVES, 2012).

### 4.3. Ambientes institucional e organizacional da citricultura

O ambiente institucional influencia na conduta dos atores envolvidos em um CAI, pois as regras formais (leis, normas, políticas macroeconômicas) e informais (tradições, costumes) modelam suas ações e, conseqüentemente, influenciam na dinâmica das cadeias produtivas do complexo. Além do comportamento dos agentes, as instituições também definem o conjunto de oportunidades e, portanto, os tipos de organizações que serão criadas em cada contexto (NORTH, 1994). As subseções a seguir descrevem os contextos institucional e organizacional da citricultura paulista e evidenciam as principais mudanças ocorridas ao longo dos anos. Foi dado maior enfoque para os segmentos produtivo e industrial do CAI citrícola paulista, devido ao fato da maior parte das negociações ocorrer entre ambos os elos.

#### 4.3.1. Organizações de representação de classe na citricultura

De acordo com Gaban (2008), na citricultura, ainda não existem organizações fortes e efetivas que aglutinem os interesses de todos os segmentos envolvidos nas cadeias produtivas, tendo essas, historicamente, representado de forma isolada os agentes do CAI citrícola paulista. Ao longo dos anos, muitas organizações de representação de classes foram sendo extintas e/ou fundiram-se; outras perderam representatividade dentro do CAI citrícola.

No segmento produtivo, a ASSOCITRUS<sup>46</sup>, criada em 1974, é uma das principais organizações de representação dos interesses dos citricultores. Outras organizações, como a SICOOB CREDICITRUS, a Cooperativa de Cafeicultores e Citricultores do Estado de São Paulo (COOPERCITRUS), o Grupo Técnico de Assistência e Consultoria de Citrus (GTACC), o Grupo de Consultores em Citros (GCONCI), a Associação Brasileira de Citros de Mesa (ABCM), entre outras, exercem um papel importante na difusão de tecnologias, fornecimento de crédito e assistência técnica aos citricultores.

Ainda no segmento produtivo, é comum a presença de *pools* de produtores, ou seja, citricultores que se unem para obter maior poder de negociação no mercado, tanto na compra de insumos como na venda da produção de laranja ou de suco produzido por meio de contratos de *toll-processing* (NEVES et al., 2010).

No segmento das indústrias processadoras, a Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (CITRUSBR)<sup>47</sup>, criada em 2009 a partir da ABECITRUS, é a principal representante. Ela atua na elaboração de estratégias de *marketing* para ampliar os mercados do

---

<sup>46</sup> A Associtrus também passou a atuar junto com a Associação dos Citricultores do Estado de São Paulo (ACIESP), criada em 1988 (PAULILLO et al., 2006a).

<sup>47</sup> União da Associação Brasileira das Empresas Processadoras de Suco (ABRASSUCOS), criada em 1975, com a Associação Nacional da Indústria Cítrica (ANIC), criada em 1985 (PAULILLO et al., 2006a).

suco de laranja brasileiro no exterior, e na representação dos interesses das indústrias processadoras.

Além das organizações supramencionadas, a Associação Paulista de Viveiros Certificados de Citros (VIVECITRUS) é muito importante para o segmento fornecedor de insumos para a produção citrícola, representando os interesses dos produtores de mudas e garantindo que as mudas sejam produzidas dentro dos padrões estabelecidos na Lei nº 10.711. O FUNDECITRUS, que apesar de focar suas atividades de pesquisa e extensão, principalmente, na produção agrícola, exerce um papel fundamental no combate e controle de doenças e pragas, beneficiando, diretamente e indiretamente, todos os agentes do CAI citrícola paulista.

#### **4.3.2. Transações comerciais entre citricultores e processadoras de suco e seus conflitos**

A formalização de contratos de comercialização entre citricultores e a indústria processadora passou a ser adotada em meados de 1980. Inicialmente, as bases contratuais de compra e venda da laranja foram adotadas na forma de preço fixo. Nesse tipo de contrato, o governo via Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil (CACEX), atribuía um valor ao pomar inteiro com base na previsão de produção do mesmo. Essa previsão era feita no florescimento das árvores ou quando os frutos se encontravam no estágio inicial de formação (“chumbinho”). Desta forma, o preço era determinado antes da colheita e permanecia inalterado até seu término (CHALITA, 2006)<sup>48</sup>.

De acordo com Chalita (2006), o contrato a preço fixo era desvantajoso para os produtores, pois o preço era determinado com base em estimativas de produção imprecisas e na relação entre oferta e demanda de frutas pela agroindústria. Além disso, não havia controle por parte do produtor em relação à participação da produção vendida no volume de suco de laranja produzido (rendimento das frutas), nos custos do processamento industrial e nos preços do suco de laranja no mercado internacional, o que gerava divergências entre esses agentes, especialmente quando as cotações do suco se elevavam internacionalmente.

Devido a esse contexto, em 1985, criou-se o contrato-padrão de participação. Nesse contrato, o preço da caixa de laranja era estipulado por meio de uma fórmula que considerava a média das cotações da bolsa de Nova Iorque, o custo de produção e comercialização do

---

<sup>48</sup> Esse contrato habilitava a indústria a praticar os controles e os cuidados necessários nos pomares, realizando posteriormente, a colheita e o transporte dentro das especificações, para assegurar a qualidade do fruto, garantir o ritmo de processamento e a qualidade do suco (BORGES e COSTA, 2004). Além disso, a quantidade de caixas de laranja de 40,8 kg (medida fictícia) que o pomar produzia, passou a ser a unidade de pagamento mensurável (CHALITA, 2006).

suco, incluindo frete, industrialização, tarifas portuárias, taxas alfandegárias, entre outros, e a taxa de rendimento industrial da fruta, ou seja, o número de caixas para se produzir uma tonelada de suco de laranja concentrado a 66° *Brix*, pré-estabelecida no início da safra. Com a ausência de um valor pré-fixado a ser pago pela matéria-prima, eliminou-se o papel do Estado como intermediador contratual e o preço final recebido pelo citricultor passou a refletir as variações do mercado internacional (DRAGONE, 2003; ARAÚJO, 2006).

Uma denúncia feita, pelos citricultores, de formação de Cartel por parte das indústrias processadoras resultou na extinção em 1995, pelo CADE, do contrato-padrão, iniciando a negociação livre e direta entre produtores e indústria. A partir desse novo contexto, surgiram diferentes arranjos transacionais e, conseqüentemente, o pagamento de preços bastante diferenciados na mesma safra<sup>49</sup>, dando início a diversos conflitos entre esses agentes (MARINO e AZEVEDO, 2003; DRAGONE, 2003).

Para Marino e Azevedo (2003), nas transações comerciais entre os citricultores e as indústrias, podem-se destacar quatro tipos de especificidades do ativo: locacional, temporal, física e dedicada. A primeira caracteriza-se pela baixa relação valor/peso da laranja, o que pode tornar inviável o seu transporte por longas distâncias, exigindo que haja certa proximidade entre os citricultores e a indústria. A especificidade temporal advém da perecibilidade da laranja, que restringe o tempo entre a colheita e o processamento. Além disso, o máximo rendimento no processamento é influenciado diretamente, pela colheita da fruta no ponto ótimo de maturação, que se concentra em uma mesma época para a maioria das variedades cultivadas de laranja em São Paulo e exige acompanhamento técnico.

A especificidade física relaciona-se aos investimentos específicos que a produção agrícola e a indústria precisam fazer em infraestrutura para executar essa atividade. A laranja é uma cultura perene, desta forma, o pomar leva de três a quatro anos para começar a produzir, o que o torna um investimento dispendioso e irreversível (*sunk cost*). Além disso, a maioria das variedades cultivadas destina-se ao processamento industrial, sendo difícil a realocação para o mercado de frutas frescas, tanto pela maior exigência em qualidade da matéria-prima, como pela sua incapacidade de absorver grandes quantidades de excedentes, dado que o consumo dessa fruta *in natura* no país, ainda é baixo. Na indústria, os equipamentos utilizados são específicos para os citros o que impede à realocação para outras culturas. Por fim, a especificidade dedicada resulta da concentração do setor industrial, que

---

<sup>49</sup> A extinção do contrato-padrão tornou os produtores, novamente, responsáveis pelos tratos culturais, pela colheita e pelo transporte da laranja. Essa ampliação de tarefas, antes realizadas pelas indústrias, elevou os custos de produção devido à necessidade de contratação de mão-de-obra para a colheita e a responsabilidade dos citricultores pelo frete (COSTA e BORGES, 2004).

força os produtores a destinar grande parcela de sua produção para uma única empresa, criando dependência (MARINO e AZEVEDO, 2003).

Essas especificidades elevam os custos de transação, especialmente para os citricultores. As estruturas de governança predominantes nas transações comerciais da cadeia do suco de laranja são os diversos tipos de contratos (55% a 75% das transações), a integração vertical (20% das transações) e o mercado *spot* (5% a 10% das transações). Há ainda produtores que utilizam estruturas híbridas de governança (mercado *spot* e contratos) na comercialização da fruta com a indústria. No mercado *spot*, a compra da laranja é feita no portão da fábrica, no período em que a fruta apresenta qualidade para o processamento. Nessa transação, não há assinatura de contratos, sendo que o preço e o volume dependem da necessidade da indústria no período. Devido à especificidade dos ativos envolvidos, é uma transação com alto grau de incerteza, sendo, geralmente, evitada por ambas as partes pelos altos custos de transação envolvidos (LOPES, 2005; BOTEON, 2006).

Em relação aos contratos firmados, destacam-se três tipos: contrato para uma safra, contrato para mais de uma safra e contrato de *toll processing*. No contrato para uma safra, a compra da laranja é feita estabelecendo-se previamente preço e volume, no período que antecede a colheita da fruta. As negociações baseiam-se na oferta e demanda de laranja no ano de efetivação do contrato. No contrato para mais de uma safra, também se estabelecem previamente o preço e o volume. O preço é baseado na concorrência local e no poder de negociação do vendedor, sendo superior ao preço de mercado. O período de contrato geralmente se estende por três safras e são estabelecidos, normalmente, com produtores de médio e grande porte ou com um grupo de produtores (*pools*) com elevado volume de laranja (LOPES, 2005; BOTEON, 2006).

Os contratos de *toll processing* são firmados entre citricultores isoladamente ou em associações (*pools*), que arrendam parte da capacidade da indústria e processam sua fruta. O processamento fica sob a responsabilidade da indústria, porém, a comercialização posterior do suco fica por conta dos produtores (LOPES, 2005; BOTEON, 2006). Por fim, a integração vertical é realizada à montante pelas indústrias processadoras. As mesmas plantam pomares próprios, suprindo a maior parte de sua demanda por matéria-prima. Estima-se que, na safra 2012/2013, as indústrias processadoras produziram, em pomares próprios, cerca de 50% de sua demanda por laranja (BOTEON et al., 2013).

Como já mencionado, o canal de comercialização predominante no CAI citrícola paulista é a indústria processadora de suco de laranja. Os produtores que vendem para a

indústria negociam individualmente ou através de grupos. Há produtores que vendem exclusivamente para a indústria processadora, outra parcela de produtores vende para a indústria, mas direciona as frutas temporãs para os barracões e intermediários; há ainda uma pequena parcela de produtores que vende sua produção apenas para consumo *in natura* por meio de barracões, mercado institucional, intermediários e varejo (PAULILLO et al., 2006a).

#### **4.3.3. Informações na citricultura**

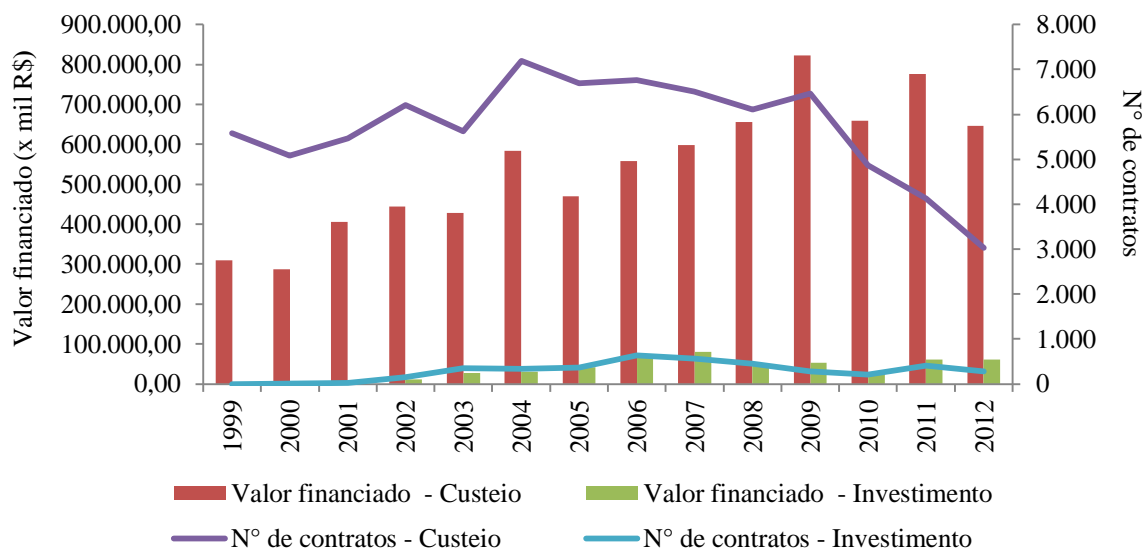
Assim como as especificidades do ativo, a assimetria de informação também afeta os custos das transações, pois gera incertezas entre os agentes envolvidos. Esse fator configurou-se como um dos entraves organizacionais no CAI citrícola. Não havia o fornecimento de informações claras e precisas em relação, por exemplo, aos estoques de suco de laranja mantidos pelas indústrias processadoras a cada safra. Com isso, as mesmas detinham informação importante na formação dos preços a serem pagos pela caixa de laranja. Há também, confidencialidade das mesmas em relação aos seus custos de produção industrial e a logística de distribuição de suco (PAULILLO, et al., 2006b).

A formação dos custos de produção da caixa de laranja também é um fator bastante debatido entre os agentes e pesquisadores do setor. As estimativas disponíveis envolvem diferentes objetivos, conceitos, tecnologias, estruturas, classificações e preços, atribuindo diferentes importâncias relativas aos fatores de produção, o que resulta em diferentes valores finais para esse indicador (GHILARDI, 2006; CARRER, 2015). Por exemplo, a estimativa da ASSOCITRUS para o custo total de produção por caixa de laranja na safra de 2011/2012, foi de R\$ 16,32, enquanto que para a safra 2009/2010, a estimativa da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) foi de R\$ 9,16, do CEPEA foi de R\$ 10,40 e da CITRUSBR, para os pomares da indústria, foi de R\$ 7,26 (NEVES et al., 2010).

Além dos custos de produção, as estimativas do volume produzido de laranja em cada safra também divergem entre os diferentes órgãos que as efetuam. Atualmente, são realizadas estimativas pelo governo de São Paulo (IEA), pela CONAB, pelas indústrias processadoras (CITRUSBR), entre outros. Um índice oficial vem sendo levantado pelo FUNDECITRUS desde 2014, que contará com a participação de todos os agentes da cadeia do suco de laranja, além de utilizar metodologias mais acuradas do que as tradicionais pesquisas de campo, como o uso de imagens de satélite. Um dos principais objetivos da criação do CONSECITRUS é, justamente, a redução dessas assimetrias de informação entre citricultores e indústria processadora.

#### 4.3.4. Políticas públicas e programas voltados para a citricultura

As principais políticas públicas existentes na citricultura concentram-se no provimento de crédito para custeio, investimento, comercialização e gestão de riscos. O fornecimento de crédito para investimento e custeio oferece, em sua maioria, uma taxa de juros subsidiada (6,75% ao ano, em 2015) (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2012). A Figura 18 apresenta a evolução dos valores financiados de crédito para custeio e investimento e a quantidade de contratos firmados entre 1999 e 2012 no Estado de São Paulo, para a cultura da laranja. Observa-se que houve um aumento do financiamento para custear a produção no período analisado, de R\$ 309.233.350,00 para R\$ 645.715.640,00, respectivamente. Por outro lado, houve redução do número de contratos, de 5.585 para 3.029, indicando, possivelmente, uma concentração de financiamento em um número menor de produtores.



**Figura 18** - Evolução dos valores financiados de crédito para custeio e investimento e do número de contratos efetuados, entre 1999 e 2012, em São Paulo, para a cultura da laranja, corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para dezembro de 2012.

Fonte: elaborada pela autora com dados do Banco Central do Brasil (2012) e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA (2015).

Em relação ao crédito para investimento na produção, como pode ser observado na Figura 18, verificou-se aumento do valor financiado e do número de contratos, entre os anos de 2000 e 2007, de R\$ 423.157,97 para R\$ 79.877.390,00, e de 6 para 640 contratos, respectivamente. Entretanto, entre 2007 e 2012, houve uma redução do financiamento e do número de contratos de R\$ 79.877.390,00 para R\$ 60.429.640,00 e de 640 para 276 contratos, respectivamente. É importante destacar que os dados referentes ao crédito para investimentos oferecidos para cada cultura agrícola, não incluem os recursos destinados para a compra de



maquinários e equipamentos, somente incluem o aporte fornecido para a formação dos pomares, no caso da laranja. Assim, esses dados podem estar subestimados. Entre os programas de fornecimento de crédito para investimento, destacam-se o Programa de Modernização da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais (MODERAGRO), que financia os pomares, as casas de vegetação, as estufas, entre outros, e o Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem (MODERINFRA), que financia a irrigação, o armazenamento e a proteção contra granizo.

A concessão de crédito para a comercialização é feita por meio de subvenções. Na safra 2012/2013, houve a colocação da laranja na PGPM do governo<sup>50</sup>. Os principais instrumentos dessa política utilizados na laranja são o Prêmio Equalizador Pago ao Produtor (PEPRO) e o Prêmio para escoamento de Produto (PEP). Ambos são operacionalizados pela CONAB e funcionam por meio do pagamento da diferença, pelo governo federal, entre o preço mínimo (referência) e o preço de mercado, quando esse último se encontra abaixo do preço mínimo (CONAB, 2016b).

No PEPRO, os produtores e/ou as suas cooperativas participam dos processos de arremates dos prêmios. Para o recebimento do prêmio, o produtor deve comprovar a venda da laranja *in natura* por um valor não inferior à diferença entre o preço mínimo e o valor de fechamento do prêmio arrematado em leilão. No PEP, os participantes são os compradores de laranja, que disputam o prêmio em leilão. Nesse caso, há o compromisso de pagamento do preço mínimo ao produtor e de escoamento da laranja para os destinos previamente acordados (CONAB, 2016b).

O crédito para gestão de riscos na citricultura é oferecido por meio de seguro rural. Até 2004, o seguro agrícola se desenvolveu, principalmente, por meio da iniciativa privada. A partir de 2005, o governo criou o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) com o objetivo de reduzir o prêmio do seguro pago pelos produtores, em caso de acidentes climáticos (MAPA, 2011). Na citricultura, especificamente, os prejuízos resultam, majoritariamente, de danos causados por pragas e doenças. Assim, no Estado de São Paulo, vigorou somente na safra 2010/2011, o Projeto Estadual de Subvenção do Prêmio de Seguro da Sanidade do Pomar Citrícola<sup>51</sup>. Essa modalidade se restringiu às propriedades com 200 a 200.000 plantas de citros, sendo a indenização paga com base na eliminação das plantas

---

<sup>50</sup> Nas safras 2013/2014 e 2014/2015, os preços mínimos estipulados para a caixa de laranja foram de R\$ 10,10 e R\$ 11,45, respectivamente (CONAB, 2016a).

<sup>51</sup> Instituído pelos decretos n° 54.962 (de 28 de outubro de 2009) e n° 55.645 (de 29 de março de 2010). Os recursos foram repassados por meio do Banco do Agronegócio Familiar (BANAGRO) e integravam o Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista (FAEP) (ADAMI e MIRANDA, 2014).

doentes. No seu período de vigência, o projeto indenizou 12.657 propriedades citrícolas, indenizando por eliminação 61,2 milhões de plantas. Na safra 2010/2011, foram gastos R\$ 7 milhões com eliminações por *greening* e R\$ 9,4 milhões com eliminações por cancro cítrico, incluindo as indenizações e custos administrativos (ADAMI e MIRANDA, 2014).

#### **4.3.5. Leis e normas específicas da produção agrícola e da indústria processadora**

Na produção agrícola, as leis e normas focam no controle e combate de pragas e doenças em pomares estabelecidos e na produção de mudas, sementes e borbulhas (materiais de propagação). Essas leis e normas são formuladas para atender programas de abrangência nacional que são coordenados pelo MAPA e executados, no Estado de São Paulo, pela SAA e pela CDA. Esse último órgão é responsável pela fiscalização da legislação vigente.

As principais leis e normas são as Instruções Normativas/MAPA nº 52 (de 20 de novembro de 2007) e nº 41 (de 01 de julho de 2008), que proíbem a comercialização de frutos cítricos contaminados com *greening* e cancro cítrico para países e estados da federação livres dessas doenças; a Instrução Normativa/MAPA nº 3 (de 08 de janeiro de 2008), que proíbe a comercialização, para as unidades da federação, de frutas cítricas que não sejam procedentes de pomares que estejam no Sistema para o Manejo de Risco (SMR) da Mancha Preta (ou Pinta Preta dos Citros – MPC) e com certificação de origem; a Instrução Normativa nº 16 (de 19 de março de 2003), que proíbe o transporte de mudas, borbulhas e cavalinhos das regiões contaminadas com MSC para áreas onde ainda não foi constatada essa doença e a Lei nº 10.711 (de 05 de agosto de 2003), que proíbe a produção de mudas em ambientes não protegidos. A Tabela 5 descreve, de um modo geral, a operacionalização dessas leis e normas.

**Tabela 5** - Descrição geral das principais leis e normas para o controle de doenças na citricultura.

<b>Doenças/ Materiais</b>	<b>Obrigatoriedade dos produtores/viveiros/casas de embalagens</b>	<b>Medidas de controle realizadas pelos produtores ou órgãos de fiscalização</b>	<b>Penalidades</b>
<i>Greening</i>	Vistorias, relatórios semestrais e cadastro na CDA	Talhões com incidência > 28% de plantas com sintomas devem ser totalmente eliminados.	Multa de 100 a 5.000 Unidades Fiscais do Estado de São Paulo (UFESPs)*
Cancro Cítrico	Vistorias, relatórios semestrais e cadastro da CDA	A planta contaminada deve ser eliminada e as plantas localizadas em um raio de 30 metros da mesma, devem ser pulverizadas com cobre a cada brotação.	Até 5.000 UFESPs
Pinta preta	Realizar vistorias, se adequar à SMR e à MPC e cadastro da Unidade de Produção (UP) e das casas de embalagens na CDA	UP e casas de embalagens são sujeitas a inspeções durante todo o ciclo da fruta.	A unidade de produção é excluída do processo de exportação de frutas para a Europa
MSC	Não realizar transporte de mudas, borbulhas e cavalinhos para regiões não contaminadas	O transporte de material de propagação deve ser feito em veículo com proteção de tela antiafídeos e acompanhado de CFO ou PTV**	Reclusão de um a quatro anos e multa
Mudas, sementes e borbulhas	Viveiros e locais de armazenamento devem estar cadastrados na CDA	Viveiros devem ser protegidos por tela	Suspensão da comercialização e/ou interdição do viveiro e/ou multa em UFESPs

Fonte: elaborada pela autora com dados das Instruções Normativas MAPA nº 52 (de 20 de novembro de 2007), nº 41 (de 01 de julho de 2008), nº 16 (de 18 de março de 2003) e nº 3 (de 08 de janeiro de 2008); Lei nº 10.711 (de 05 de agosto de 2003).

\* Em 2015, o valor de uma UFESP era de R\$ 21,25 (FUNDECITRUS, 2016; CDA, 2016b).

\*\* Certificado Fitossanitário de Origem (CFO) e Permissão de Trânsito Vegetal (PTV).

No segmento industrial, o suco de laranja industrializado deve atender aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira<sup>52</sup> e, se destinado à exportação (FCOJ e suco NFC), também deve se adequar às exigências dos países importadores. Esses países definem, por meio de órgãos oficiais e privados, os padrões de qualidade exigidos para os produtos comprados e realizam, de forma rotineira, auditorias nas processadoras de suco. Além disso, as próprias processadoras realizam a coleta de amostras e análises necessárias para comprovar que os produtos estão dentro dos parâmetros e limites estabelecidos pelas normas, utilizando laboratórios externos para a confirmação dos resultados obtidos (CRUZ FILHO, 2008).

<sup>52</sup> A Lei 8.918 (de 14 de julho de 1994) dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas no Brasil. Essa Lei regula os Padrões de Identidade de Qualidade (PIQ) para polpas de frutas, sucos tropicais e néctares, incluindo o suco de laranja. A composição do suco de laranja deve obedecer às seguintes especificações e critérios: cor (amarela), sabor e aroma (próprios), teor de sólidos solúveis (mínimo de 10,5 °Brix a 20°C), ácido cítrico (mínimo de 7,0g/100g), ácido ascórbico (mínimo de 25mg/100g), açúcares totais naturais da laranja (máximo de 13g/100g) e óleo essencial (máximo de 0,035% volume/volume) (CRUZ FILHO, 2008).

#### 4.3.6. Pesquisa, ensino e extensão na citricultura paulista

O desenvolvimento da citricultura paulista tem ocorrido alavancado, principalmente, pelas organizações de ensino, pesquisa e extensão; públicas e privadas. Essas instituições focam seus trabalhos, majoritariamente, no segmento produtivo da laranja. O Quadro 2 apresenta algumas das principais organizações de ensino, pesquisa e extensão atuantes na citricultura paulista desde 1887 a 2015.

**Quadro 2** - Organizações de pesquisa, ensino e extensão do Estado de São Paulo de 1887 a 2015, que atuam na citricultura.

Organização (início das atividades)
<ul style="list-style-type: none"><li>• IAC* (1887);</li><li>• ESALQ/USP (1901);</li><li>• Instituto Biológico* (1927);</li><li>• Centro de Citricultura Sylvio Moreira (1928);</li><li>• IEA (1940);</li><li>• Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) (1963);</li><li>• Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FJAV) - Jaboticabal/ (UNESP) (1964);</li><li>• Fundação Educacional de Barretos (FEB) – Curso de Engenharia Agrônômica (1964);</li><li>• Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu (FCA)/ Universidade Estadual “<i>Júlio de Mesquita Filho</i>” (UNESP) (1965);</li><li>• Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) e Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI)/Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)(1966);</li><li>• Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (1975);</li><li>• COOPERCITRUS (1976);</li><li>• FUNDECITRUS (1977);</li><li>• Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (1983);</li><li>• Centro de Conhecimento em Agronegócios (PENSA)/Faculdade de Economia e Administração (FEA) da USP/Ribeirão Preto e São Paulo (1990);</li><li>• Fundo de Apoio à Pesquisa Agrícola (FUNDAG) (1991);</li><li>• Departamento de Engenharia de Produção (DEP)/Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) (1993);</li><li>• Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) (1993);</li><li>• Grupo de Consultores em Citros (GCONCI) (1996);</li><li>• Grupo Técnico de Assistência e Consultoria em Citrus (GTACC) (1999);</li><li>• Laboratório Nacional de Biociências (LNBio) do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) (2009).</li></ul>

Fonte: Adaptado de Gaban (2008).

\* Ambos os institutos são vinculados à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) da SAA do Estado de São Paulo.

O segmento de insumos também exerce um papel importante no desenvolvimento e difusão de novos produtos, incluindo defensivos, adubos, mudas, maquinários e equipamentos e no fornecimento de serviços de assistência técnica aos citricultores, orientando, em grande parte, o progresso tecnológico no campo. As principais empresas fornecedoras de insumos para a citricultura já foram mencionadas na seção 4.2.1.

#### 4.4. Evolução da adoção de tecnologias na citricultura

Tem-se verificado uma mudança nos padrões tecnológicos nos pomares de laranja, ainda que de uma forma desigual entre os citricultores. A adoção de tecnologias na citricultura

pode ser dividida em três fases distintas. A primeira fase estabeleceu-se entre os anos de 1930 e 1960, e caracterizou-se por uma baixa mecanização dos pomares, que eram voltados para a produção de frutas *in natura* para exportação. As principais tecnologias desenvolvidas e adotadas, nesse período, relacionavam-se a novas variedades de laranja e, principalmente, de porta-enxertos, visando manter a qualidade genética e sanidade dos pomares frente às pragas e doenças que estavam surgindo no setor. Ademais, os insumos utilizados no combate às moléstias agrícolas, nesse período, constituíam-se, basicamente, de inseticidas orgânicos naturais e sintéticos, além do uso de controle biológico para lagartas.

Uma segunda fase estabeleceu-se entre os anos de 1960 e 1990, com a consolidação da indústria exportadora de SLC e a necessidade de expansão rápida da produção de frutas para o processamento e exportação de suco de laranja. Com a internalização do segmento de insumos agrícolas e o provimento de crédito subsidiado aos citricultores, houve maior difusão da mecanização do plantio, dos tratos culturais, do controle fitossanitário, de parte da colheita e também o início da utilização de insumos químicos, intensificando o nível tecnológico das propriedades citrícolas. As pesquisas e o desenvolvimento de tecnologias para o controle e combate às pragas e doenças, continuavam em andamento. Além disso, a laranja, que era um produto final do mercado de frutas frescas, passou a ser um insumo para a indústria, levando ao desenvolvimento e adoção de variedades específicas para cada um desses mercados. Ao final dessa fase, a expansão da citricultura como uma monocultura em São Paulo, resultou no avanço de pragas e doenças, culminando na intensificação do uso de insumos químicos (defensivos e fertilizantes). O aumento no uso de insumos químicos impulsionou o desenvolvimento e a adoção de tecnologias de caráter mais sustentável em termos de proteção ambiental e de saúde humana. Nesse contexto, surge o Manejo Integrado de Pragas na Citricultura (MIP-Citros), com o intuito de manter, de um modo geral, as pragas (e doenças) em níveis populacionais abaixo dos índices capazes de causar danos às plantas e prejuízos econômicos. O MIP Citros, por meio da redução do uso desnecessário de defensivos agrícolas e fertilizantes, busca reduzir os impactos causados ao meio ambiente e aos consumidores pelos produtos químicos (GRAVENA, 2004). A utilização de consórcio de culturas e a adubação verde também são bases na filosofia do MIP-Citros.

Por fim, uma terceira e última fase iniciou-se entre meados da década de 1990 e início dos anos 2000, estendendo-se até os dias atuais. As empresas processadoras, que tiveram grande impulso tecnológico no processo de constituição dos CAIs nacionais, já possuíam estruturas produtiva, organizacional e administrativa homogêneas e, diante da conjuntura

negativa do mercado internacional, ampliaram seus pomares próprios e investiram em tecnologias agrícolas mais modernas, com o intuito de ampliar a sua rentabilidade por meio de uma maior escala de produção. O adensamento de pomares, a irrigação e, até mesmo, tecnologias de agricultura de precisão, foram algumas das tecnologias adotadas pelas empresas processadoras em seus pomares visando manter a sua competitividade no mercado internacional.

Em contrapartida, para um grande número de produtores independentes, os impactos dessas mudanças foram mais evidentes e negativos. Com o início da queda dos preços da laranja, o aumento da integração vertical à montante das empresas processadoras, o fim do contrato-padrão e a redução da concessão de crédito subsidiado, reduziu-se consideravelmente, a rentabilidade desses citricultores. Alguns citricultores, entretanto, especialmente aqueles que estavam vinculados às indústrias por meio de contratos de venda de laranja, também passaram a investir em novas tecnologias agrícolas, como forma de manter sua rentabilidade. Um grande número de pequenos e médios citricultores independentes, que não conseguiram acompanhar o ritmo de desenvolvimento tecnológico liderado pelas indústrias processadoras e por um grupo de grandes produtores, deixou a atividade.

De acordo com Basile (2002), dos pequenos e médios produtores que permaneceram na citricultura, muitos buscaram reduzir seus custos de produção com a diminuição de recursos aplicados em tratamentos culturais, especialmente os fitossanitários e, ainda, adquirem produtos de procedência duvidosa. Essas medidas acabam prejudicando o desenvolvimento das plantas e possibilitam o aparecimento de pragas e doenças, comprometendo a sobrevivência do seu pomar e de propriedades adjacentes. De acordo com Ferreira (2014), a redução de tratamentos culturais nos pomares também pode resultar em queda na produtividade e, até mesmo, em preços mais elevados para o CAI cítrico como um todo. A Tabela 6 apresenta a evolução das principais tecnologias adotadas na citricultura nos três períodos estipulados e em cada uma das fases do cultivo da laranja.

**Tabela 6** - Evolução das principais tecnologias adotadas em cada fase do cultivo da laranja durante as três fases (1930 a 1960; 1960 a 1990; 1990 – dias de hoje).

<b>1° fase (1930 a 1960)</b>
<b><u>Preparo do solo e plantio:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gradagem e aração com tração animal ou manual;</li> <li>• Utilização de sementes;</li> <li>• Cultivo de laranja Bahia;</li> <li>• Início da utilização de enxertia;</li> <li>• Porta-enxertos: laranjeira azeda e limão cravo;</li> <li>• Podas manuais.</li> </ul>
<b><u>Formação e condução do pomar:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de inseticidas organoclorados, organofosforados e carbamatos sintéticos (por exemplo, Dicloro Difenil Tricloroetano - DDT);</li> <li>• Controle biológico de lagartas com <i>Bacillus thuringiensis</i> (BT);</li> <li>• Pulverizadores de pistola com bomba agitadora, instalados sobre barril com rodas;</li> <li>• Capinas manuais ou com enxada rotativa;</li> </ul>
<b><u>Colheita:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exclusivamente manual.</li> </ul>
<b>2° fase (1960 a 1990)</b>
<b><u>Preparo do solo e plantio:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gradagem e aração com tração mecânica;</li> <li>• Tratores com potência de até 50cv;</li> <li>• Cultivo de novas variedades, como Hamlin, Pêra-rio, Westin, Valência, Rubi, entre outras;</li> <li>• Uso de outros porta-enxertos: Tangerina Cleópatra, Tangerina Sunki, Limoeiro Volkameriano, Trifoliata e seus híbridos, Citrumeleiro Swingle, Limoeiro Rosgoso, entre outros.</li> </ul>
<b><u>Formação e condução do pomar:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barra de aplicação de adubo, calcário e herbicida;</li> <li>• Controle biológico de outros tipos de pragas (cochonilhas e ácaros);</li> <li>• Uso de herbicidas, acaricidas e fungicidas químicos;</li> <li>• Uso de inseticidas piretróides sintéticos e reguladores de crescimento de insetos e ácaros;</li> <li>• Turbo atomizadores (<i>bentley e piccin</i>);</li> <li>• Adubação foliar;</li> <li>• Roçadeiras;</li> <li>• Grades laterais de discos intercambiáveis, que serviam para o controle de mato;</li> <li>• Manejo Integrado de Pragas (MIP-Citros).</li> </ul>
<b><u>Colheita:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exclusivamente manual.</li> </ul>
<b>3° fase (1990 – dias de hoje)</b>
<b><u>Preparo do solo e plantio:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratores com potência de 50cv ou mais;</li> <li>• Adensamento dos pomares;</li> <li>• Mudanças de viveiros telados;</li> <li>• Cultivo de laranja orgânica (rotação de culturas, policultivo e sistemas de cultivos).</li> <li>• Poda mecânica.</li> </ul>
<b><u>Formação e condução do pomar:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irrigação/Fertirrigação;</li> <li>• Agricultura de precisão (mapeamento de produção e produtividade; fertilidade de solo, sulcamento, detecção de doenças e inspeções);</li> <li>• <i>Softwares</i> de gestão da produção e propriedade;</li> <li>• Inseticidas, como neonicotinóides, espinosade, abamectinas;</li> </ul>
<b><u>Colheita:</u></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual com a utilização de plataformas de colheita (<i>munk</i>);</li> <li>• Medidores de °Brix.</li> <li>• Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).</li> </ul>

Fonte: elaborada pela autora com dados de Carlos et al. (1997), Gravena (2004), Laforga (2005) e Gravena (2011).

Embora a intensidade tecnológica da citricultura paulista tenha aumentado nos últimos anos, ainda existem discrepâncias significativas na adoção de tecnologias agrícolas e, até mesmo, gerenciais. Ainda hoje, coexistem pomares com alta e baixa intensidade tecnológica e gerencial. De acordo com Barbosa (2012), o segmento produtivo da laranja pode ser dividido em: (i) indústrias com pomares próprios; (ii) grandes produtores tecnificados; (iii) pequenos produtores agrupados em *pools* de compra e venda; (iv) pequenos produtores isolados, mas tecnificados e (v) pequenos produtores localizados em regiões propícias ao surgimento de doenças e que possuem pomares antigos e com menor produtividade por hectare.

Para este último grupo de citricultores, em especial, a adoção de novas tecnologias capazes de elevar substancialmente a produtividade do pomar pode ser o fator chave para mantê-los na atividade de maneira competitiva. Dentre essas tecnologias, destacam-se as tecnologias chamadas de adaptadas, como a agricultura de precisão, mudas de melhor qualidade genética, variedades e porta-enxertos específicos para as diferentes regiões produtoras, sistemas de gerenciamento da produção e propriedade e sistemas de irrigação e fertirrigação.



## **CAPÍTULO 5 – IRRIGAÇÃO NO BRASIL E NA CITRICULTURA**

Neste capítulo, descreve-se a evolução da irrigação agrícola no Brasil e suas características. São apresentados o desenvolvimento dos principais instrumentos de regularização dos recursos hídricos do país e as políticas e programas de incentivo à irrigação, que se desenvolveram, especialmente, a partir de década de 60 e foram responsáveis, de um modo geral, pelo aumento da área irrigada do país nas últimas décadas. Descreve-se, também, a irrigação no Brasil e em São Paulo em termos, principalmente, do fornecimento e difusão de sistemas de irrigação e das principais culturas agrícolas irrigadas. Por fim, caracteriza-se a irrigação na citricultura paulista, ressaltando a sua importância, os seus impactos, a evolução da área de laranja sob a prática da irrigação e os principais sistemas utilizados.

### **5.1. Evolução e caracterização da irrigação no Brasil**

A irrigação no Brasil iniciou-se em 1881 no Rio Grande do Sul, com a construção pela iniciativa privada, de um reservatório para o fornecimento de água para as lavouras de arroz irrigado<sup>53</sup>. Até a década de 60, a irrigação ficou restrita às pequenas propriedades de cultivo de arroz nesse estado, e à região semiárida do Nordeste. As ações iniciais direcionadas à irrigação configuraram-se, de um modo geral, como isoladas e centralizadas na esfera federal, não apresentando uma estrutura de política pública ou de programa nacional. Além disso, as ações federais se concentraram, quase que exclusivamente, na construção de açudes, em detrimento a um apoio direto às atividades produtivas, à geração de conhecimento e tecnologia, à formação de recursos humanos, à informação de mercado e às concessões de crédito (MI, 2008; COELHO NETO, 2009).

Até meados dos anos 60, também se priorizou a geração de energia elétrica no país, com a construção de grandes obras hidráulicas, como as estabelecidas nas bacias dos rios Tietê e Paraíba do Sul, no Sudeste, e no Vale do Rio São Francisco, no Nordeste. Essas obras foram possíveis devido à criação em 1934, do código de águas (Decreto n.º 24.643, de 10 de julho de 1934) que se caracterizou como a primeira legislação de destaque envolvendo a gestão dos recursos hídricos no país (SANTANA et al., 2015).<sup>54</sup> Diferentemente do grande

---

<sup>53</sup> Não existem registros da prática de irrigação pelos índios no Brasil, enquanto nos EUA e em diversos países da América Latina e da Ásia, existem indícios de irrigação que datam de séculos antes de Cristo.

<sup>54</sup> Em 18 de maio de 1939, foi criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE) (Decreto-Lei n.º 1.285) como órgão de consulta, orientação e controle dos recursos hídricos e de energia elétrica no país. Em 22 de julho de 1960, esse órgão passou a ser subordinado ao recém-criado Ministério de Minas e Energia (MME) (Lei n.º 3.782), sendo substituído pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), criado em 31 de dezembro de 1968 (Decreto n.º 63.951) (ANEEL, 2016).

impulso dado para a geração de energia, as obras de irrigação no país, por sua vez, desenvolveram-se de forma lenta, em virtude da escassez de recursos (LIMA et al., 1999).

A partir do final da década de 60, iniciou-se uma fase mais intervencionista do Estado brasileiro nas questões relacionadas à irrigação agrícola. Houve a criação de programas nacionais de largo espectro, como o Grupo de Estudos Integrados de Irrigação e Desenvolvimento Agrícola (GEIDA) em 1968, o Programa Plurianual de Irrigação (PPI) em 1969, o Programa de Integração Nacional (PIN) em 1970, que financiou o 1º Plano Nacional de Irrigação (PNI), o Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS) em 1981, e o Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (PROFIR) em 1982. Esses programas ampliaram o conhecimento sobre os recursos naturais disponíveis no território nacional e forneceram alicerces para o investimento do setor público em projetos coletivos de irrigação, bem como estímulo para a iniciativa privada investir nessa prática e em drenagem agrícola no país (MI, 2008; ANA, 2013).

Paralelamente, foram criados os primeiros instrumentos legais para regulamentar a utilização dos recursos naturais referentes à água e ao solo do país e, também, adequar a prática da irrigação e a implantação de sistemas públicos de irrigação. Dentre esses instrumentos, destaca-se o Decreto-Lei nº 689, de 18 de julho de 1969, que designou o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE)<sup>55</sup> para fazer a gestão e o controle dos recursos hídricos no Brasil, e a Lei da Irrigação (Lei nº 6.662, de 25 de junho de 1979), que definiu as políticas do governo federal em relação ao desenvolvimento da irrigação no país (SANTANA et al., 2015). A Lei da Irrigação regulamentou várias questões no Brasil, incluindo: (i) a utilização das terras e das águas, (ii) a pesquisa e planejamento da irrigação, (iii) as tarifas de água para projetos de irrigação, (iv) a preservação da qualidade da água, (v) a expropriação de terras para irrigação e (vi) a promoção de projetos privados (SANTANA et al., 2015).

Na década de 80, foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). As águas brasileiras foram divididas entre a União e os estados e ambos começaram a instaurar, separadamente, seus próprios sistemas de gestão desse recurso<sup>56</sup>. Em 1986, foi criado o Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE) para

---

<sup>55</sup> Em 1979, a gestão dos recursos hídricos passou a ser dividida entre o DNAEE e o Ministério do Interior (MINTER) que passou a gerir o uso da água para irrigação. Em 1986, essas funções foram repassadas ao Ministério Extraordinário para Assuntos de Irrigação. Em 1989, esse ministério foi extinto e suas funções foram transferidas para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (SANTANA et al., 2015).

<sup>56</sup> O SINGREH foi instaurado, efetivamente, em 1997, com a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo coordenados pela Agência Nacional de Águas (ANA) que passa a emitir as outorgas de direito de uso dos recursos hídricos no Brasil.

coordenar as ações voltadas para a irrigação na região Nordeste e o Programa Nacional de Irrigação (PRONI) para coordenar as ações no restante do país; ambos inseridos no Plano Nacional de Irrigação (MI, 2008; SANTANA et al., 2015)<sup>57</sup>. Esse período caracterizou-se por uma “(...) *divisão de papéis mais clara entre ação governamental e privada no desenvolvimento de programas de irrigação (...)*”. Ao governo restringiu-se à “(...) *execução de obras coletivas de uso comum (...) e ações de suporte (...)*”, e à iniciativa privada “(...) *as demais providências para a consecução das atividades produtivas (...)*” (MI, 2008, pg. 12).

Em meados da década de 90, iniciou-se uma nova fase envolvendo a irrigação no Brasil, pautada em novas orientações que definiram, mais claramente, o papel do Estado brasileiro na política de irrigação. A criação da Política Nacional de Irrigação e Drenagem, em 1995, denominada de Projeto Novo Modelo da Irrigação, objetivou, dentre outros fatores, transferir ao governo a função de induzir, orientar, regular e promover a irrigação; estimulando o investimento privado em todas as fases da irrigação; proporcionando maior sinergia entre as esferas do governo e a iniciativa privada; garantindo a eficiência no uso e na gestão da água e também propondo mecanismos para a geração de informações e controle dos impactos ambientais e sociais (MI, 2008; COELHO NETO, 2009; SANTANA et al., 2015). De acordo com Feitosa (2012), esse novo modelo almejou reduzir o papel do Estado nos grandes perímetros urbanos e ampliar, ainda mais, a atuação da iniciativa privada nesses espaços produtivos.

Todas as fases da evolução da irrigação no Brasil até então, foram marcadas por uma descontinuidade das ações governamentais e pela falta de planejamento integrado entre os níveis regional, estadual e municipal, sendo grande parte dos projetos planejados pelo governo federal. Alguns desses projetos, como os projetos públicos de irrigação implantados nas últimas quatro décadas, estimularam o interesse da iniciativa privada nessa atividade. A partir de 1996, o crescimento da área irrigada no país ocorreu, principalmente, devido à expansão da irrigação privada, com diversas empresas investindo em irrigação e obtendo altas taxas de produtividade (ITABORAHY et al., 2004).

Em 11 de janeiro de 2013, foi criada a Nova Política Nacional de Irrigação (Lei 12.787), com o objetivo principal de incentivar a ampliação da área de agricultura irrigada no país em, pelo menos, 10 milhões de hectares até 2030<sup>58</sup>. Em relação à antiga Lei da Irrigação, essa nova política incentiva o fornecimento de crédito rural para aquisição de equipamentos

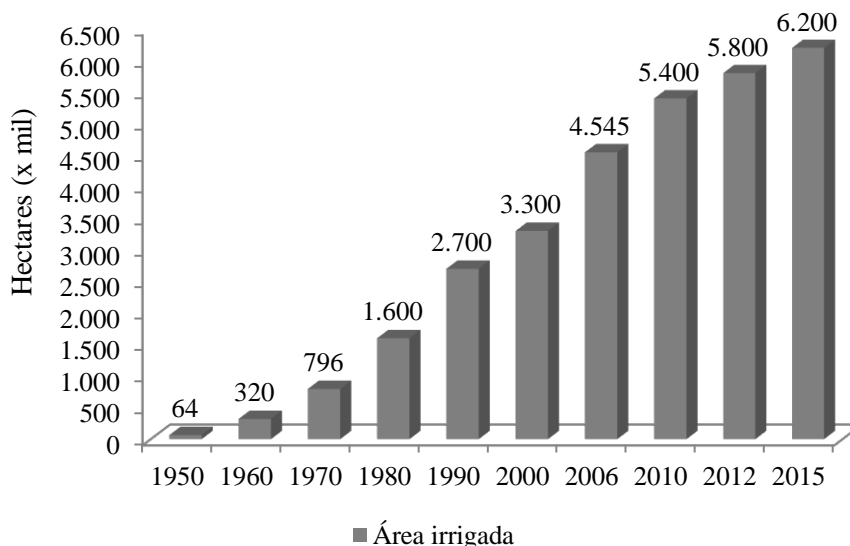
---

<sup>57</sup> O PROINE e o PRONI foram fundidos em 1988.

<sup>58</sup> Essa nova política revogou a Lei da Irrigação (Lei nº 6.662, de 25 de junho de 1979) e passou a ser conduzida pelo Ministério da Integração (MI) que administra e controla, atualmente, os assuntos relativos à irrigação no Brasil (MI, 2008).

de irrigação modernos e mais eficazes no uso da água, o apoio aos agricultores familiares irrigantes, o fornecimento de assistência técnica e extensão rural nos projetos públicos e privados de irrigação, a formação de recursos humanos, a pesquisa científica e tecnológica, a aplicação de tarifas especiais de energia elétrica, entre outros (BRASIL. Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013).

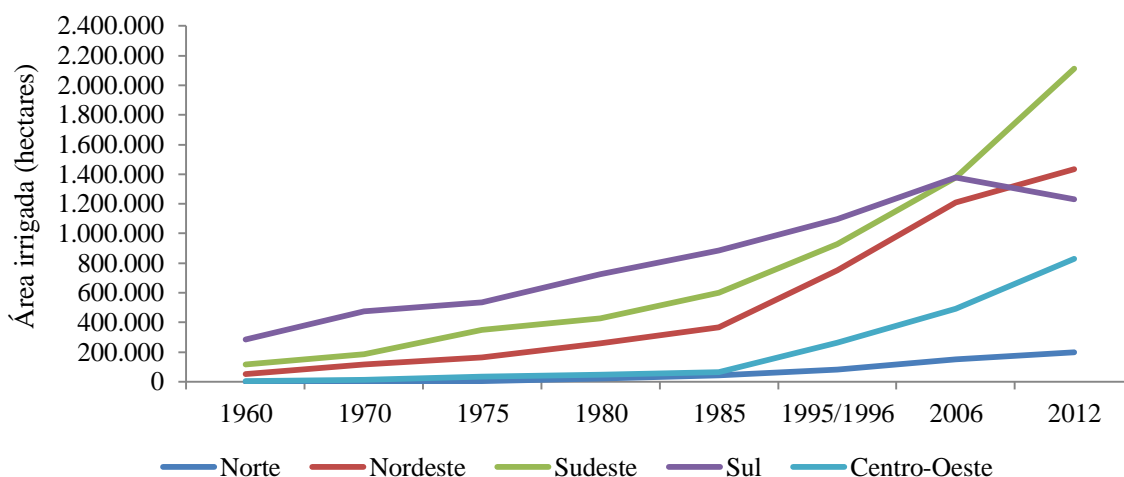
A criação de programas nacionais, de políticas públicas de incentivo à irrigação e o estímulo à iniciativa privada, bem como a elaboração de instrumentos regulatórios para gerir os recursos hídricos do país, foram muito importantes para a expansão da área irrigada no Brasil. A Figura 19 apresenta a evolução da área irrigada no Brasil no período de 1950 a 2015. Observa-se que até a década de 50, a área irrigada no país era pouco expressiva, aumentando progressivamente, até atingir 6,2 milhões de hectares em 2015.



**Figura 19** - Evolução da área irrigada no Brasil entre 1950 e 2015.

Fonte: elaborada pela autora com dados de Lima et al. (1999), ANA (2012), *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, FAO (2010) e ANA (2015).

A Figura 20 apresenta a evolução da área irrigada brasileira nas regiões do país, entre 1960 e 2012. Observa-se que, historicamente, a região Sul apresentou a maior área irrigada do país de 1960 a 1995/1996. Em seguida, nesse mesmo período, encontravam-se, em ordem decrescente pela área irrigada, as regiões Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Norte. Em 2006, as áreas irrigadas das regiões Sul e Sudeste eram similares. Em 2012, a região Sudeste passou a possuir 36,4% da área irrigada do país, seguida pelas regiões Nordeste, Sul, Centro-Oeste e Norte com 24,7%, 21,2%, 14,3% e 3,4% da área irrigada do país, respectivamente. Nessas regiões, os estados que possuíam as maiores áreas irrigadas, em 2012, eram São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul, Goiás e Pará.



**Figura 20** - Evolução da área irrigada de cada região do Brasil entre 1960 e 2012.

Fonte: elaborada pela autora com dados do IBGE (1995/1996), IBGE (2006), ANA (2009), IICA (2014).

A irrigação desenvolveu-se com características bem diferentes entre os eixos Centro-Sul e Norte-Nordeste do país. No primeiro eixo, os investimentos originaram-se, predominantemente, da iniciativa privada, enquanto no segundo eixo, o investimento público foi responsável por dinamizar essa prática, visando minimizar, principalmente, os efeitos causados pelas constantes secas, especialmente na região Nordeste (CARVALHO e ANDRADE, 1989; SANTANA et al., 2015). Assim, mais de 90% das áreas irrigadas no país desenvolveram-se por meio de iniciativa privada e os 10% restantes por meio de projetos públicos de irrigação (ANA, 2013)<sup>59</sup>.

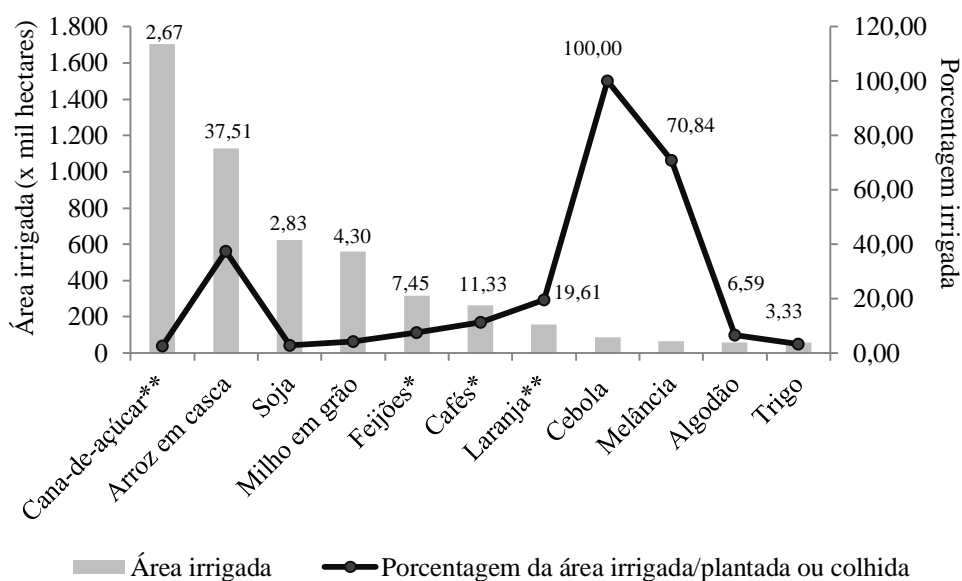
Conforme apresentado na Figura 19, em 2015, o Brasil possuía 6,2 milhões de hectares irrigados, detendo a nona maior área irrigada do mundo. Contudo, esse número corresponde a somente pouco mais de 20% do potencial irrigável do país (ANA, 2015). De acordo com o IICA (2014), o Brasil possui mais de 75 milhões de hectares adicionais de áreas irrigáveis, ou seja, de áreas que poderiam ser utilizadas para essa prática, mas ainda não têm ações voltadas para a irrigação<sup>60</sup>. Estima-se que dos 75 milhões de hectares, aproximadamente 22 milhões estariam aptos para expandir de forma imediata e com sucesso a prática da irrigação. O maior potencial de expansão encontra-se na região Centro-Oeste do país com 9,5 milhões de hectares aptos para a expansão, seguida, em ordem decrescente, pelas regiões

<sup>59</sup> Em 2012, existiam 101 projetos públicos de irrigação no Brasil, sendo a maioria localizada na região Nordeste do país, incluindo as regiões hidrográficas do São Francisco e do Atlântico Nordeste Oriental (ANA, 2013). Do total de projetos, 23 eram administrados pelo MI, 37 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e 41 pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) (ANA, 2013).

<sup>60</sup> O cálculo dessa área representa um potencial teórico máximo que poderia ser implantado no Brasil, em condições ideais de solo e infraestrutura (IICA, 2014).

Norte com 4,8 milhões de hectares, Sudeste com 3,4 milhões de hectares, Sul com 2,4 milhões de hectares e Nordeste com 1,7 milhões de hectares (IICA, 2014).

Os 6,2 milhões de hectares irrigados no Brasil correspondem a pouco mais de 8% da área agrícola plantada no país (ANA, 2015). A Figura 21 apresenta as culturas agrícolas que possuíam as maiores áreas irrigadas, em hectares, do país e o percentual de suas áreas irrigadas em relação às suas áreas plantadas ou colhidas em 2006, de acordo com o IBGE (2006).



**Figura 21** - Culturas agrícolas com as maiores áreas irrigadas e o percentual de suas áreas irrigadas em relação às suas áreas plantadas/colhidas no Brasil em 2006.

Fonte: elaborada pela autora com dados do IBGE (2006).

\* Cafés dos tipos Arábica e Canephora e feijões de cor e outros tipos; \*\* porcentagem calculada sobre a área colhida.

Observa-se, na Figura 21, que as maiores áreas irrigadas do país<sup>61</sup> em 2006, eram destinadas, principalmente, às monoculturas, com destaque para a cana-de-açúcar, o arroz em casca, a soja e o milho em grão. Quando se analisa o percentual da área irrigada, em relação às áreas plantadas ou colhidas dessas culturas, somente 2,67%, 2,83% e 4,30% da área de cana-de-açúcar, soja e milho em grão, respectivamente, eram irrigadas. O cultivo da cebola, do arroz em casca e da laranja possuíam, respectivamente, 100%, 37,51% e 19,61% de suas áreas plantadas sob a prática da irrigação<sup>62</sup>.

<sup>61</sup> O IBGE considerou regas manuais (regadores, mangueiras, baldes, latões) para contabilizar as áreas irrigadas no Censo Agropecuário de 2006.

<sup>62</sup> Além do cultivo da cebola, a irrigação é bastante difundida também entre outros hortícolas, como pimentão, vagem, cenoura, beterraba, rabanete, ervilha, quiabo, repolho, brócolis, berinjela, alcachofra, abobrinha, jiló, entre outros (COELHO, 2007).

O início tardio da prática da irrigação no Brasil permitiu, na grande maioria das áreas agrícolas, a utilização de equipamentos mais modernos de irrigação pressurizada, a exemplo da aspersão autopropelida, do gotejamento, da microaspersão e dos pivôs centrais, que foram disponibilizados no mercado na década de 60 (COELHO, 2007). Embora existam empresas nacionais atuando no mercado de tecnologias de irrigação, desde o início dessa prática no Brasil, os sistemas de irrigação, em sua maioria, têm sido fornecidos por empresas multinacionais, como dos EUA e Israel (BNDES, 2011).

No mercado de tecnologias de irrigação, as empresas nacionais Agropolo Hidro Sistemas e Fabrimar, localizadas em São Paulo e Rio de Janeiro, respectivamente, destacam-se na comercialização de aspersores convencionais, e as empresas Irrigabrazil e Lavras Irrigação, localizadas no Paraná e Minas Gerais, respectivamente, destacam-se na comercialização de aspersores autopropelidos. As empresas de capital americano *Valmont*, com sede em Minas Gerais, e *Lindsay*, com sede em São Paulo, e as empresas de pequeno porte de capital nacional Focking, no Rio Grande do Sul, e Krebsfer e Irrigabrás, localizadas em São Paulo, destacam-se na comercialização de pivôs centrais. As empresas de capital israelita *Netafim* e *Azud*, com sedes em São Paulo e na Bahia, respectivamente, a empresa de capital indiano *NaanDanJain*, sediada em São Paulo, e a empresa de capital norte-americano *John Deere Water*, com sede em Minas Gerais, destacam-se na comercialização de sistemas para irrigação localizada (COELHO, 2007).

No Brasil, embora haja grande disponibilidade de água e potencial de solos para o desenvolvimento sustentável da irrigação, esta prática, como mencionado, ainda é pouco explorada no território nacional. O emprego de irrigação permite ao produtor reduzir o risco climático inerente à agricultura, garantindo a sua produção e, ou, elevando a sua produtividade, gerando cultivos mais rentáveis (CUNHA, 2011). A irrigação também cria condições para que a água seja aplicada na quantidade adequada e no tempo correto, o que evita déficits ou excessos em períodos críticos do desenvolvimento das plantas. Desta forma, se permite que o plantio das culturas seja planejado para a época mais propícia à condução das mesmas em termos de aspectos climáticos. O maior planejamento e segurança advindos do uso de irrigação permitem aos produtores realizar contratos de fornecimento com agroindústrias e fornecedores em geral (ITABORAHY, 2004).

De acordo com Itaborahy et al. (2004), os benefícios da irrigação são muitos, entretanto, a escolha pelo uso dessa tecnologia não deve basear-se somente nos seus pontos fortes em relação aos cultivos de sequeiro, mas também nos custos associados à sua

implementação, operacionalização e manutenção. Tais custos, apesar de variarem de acordo com o sistema escolhido, grau de automação, qualidade do material e tamanho da área irrigada, são bastante elevados, podendo representar entre 30% a 35% do custo de produção das culturas.

Além dos custos econômicos, existem aqueles associados ao meio ambiente. No contexto das mudanças climáticas, o uso de irrigação pode causar impactos ambientais quando há o manejo inadequado da água e da lavoura. Esses impactos podem ocorrer tanto na derivação ou captação da água da fonte, como na própria aplicação de água na lavoura (ITABORAHY et al., 2004). A construção de obras de médio e grande porte, como barragens, açudes, diques e arquedutos, altera o ecossistema fluvial e ao seu entorno, afetando a fauna e flora do local. Essas mudanças podem causar problemas tanto para as espécies de plantas e animais, como para o bem-estar das pessoas que dependem desses recursos para a sua subsistência (SCHOENGOLD e ZILBERMAN, 2007).

Segundo Itaborahy et al. (2004), o uso da irrigação de forma incorreta nas lavouras pode acarretar em sérios problemas ambientais, como o carreamento de resíduos agroquímicos, por meio de escoamento superficial ou percolação dos mesmos no solo. Além disso, o manejo inadequado da irrigação pode levar a um sério problema de desperdício de água. De acordo com Christofidis (2008), um dos maiores desafios da agricultura irrigada é a redução de perdas nos sistemas, tanto daquelas relacionadas à aplicação de água nas culturas, como as que ocorrem nos sistemas de condução e distribuição pelas infraestruturas hídricas. A questão do desperdício de água é de grande importância, uma vez que, dentro de um contexto de mudanças climáticas, é crescente a possibilidade de conflitos pelo uso desse recurso.

Com o propósito de minimizar os impactos causados pelo uso inadequado da irrigação, a legislação brasileira estabelece uma série de normas para a instalação dos sistemas pelos produtores. Entre elas, encontra-se o licenciamento ambiental, cujo principal objetivo é conciliar a atividade produtiva como a conservação do meio ambiente. Os projetos que incorporam equipamentos e métodos de irrigação mais eficientes do uso de água e de energia são priorizados. É necessário também que o produtor obtenha uma outorga de uso da água, que se caracteriza como um instrumento legal que regulamenta a sua captação, derivação, construção de barragens e abertura de poços. Caso o produtor decida por instalar um sistema à revelia dessas normas, ele pode ter a sua obra embargada, seus equipamentos confiscados e, ainda, sofrer multas e penalizações (CUNHA, 2011).



Diversas inovações tecnológicas têm sido introduzidas na irrigação brasileira nos últimos anos, principalmente, àquelas relacionadas a um melhor controle na aplicação de água, fertilizantes e pesticidas, a exemplo da irrigação de precisão e fertirrigação. Essas mudanças resultam em um processo produtivo mais eficiente e mais sustentável. Embora tenha se observado uma melhoria no uso da água utilizada nas áreas irrigadas, ainda são preocupantes as perdas que ocorrem entre a captação até a entrada nessas áreas, que podem chegar até 36% da água derivada para a irrigação, levando a um enorme desperdício em sua utilização na agricultura (MI, 2008).

## **5.2. Irrigação no Estado de São Paulo**

O Estado de São Paulo é a unidade federativa com o maior desenvolvimento industrial e tecnológico. Sua agricultura caracteriza-se pela alta produtividade e alto padrão em tecnologia, com o predomínio de grandes áreas cultivadas com cana-de-açúcar, cereais, fruticultura e floricultura (VIEIRA, 1989, IBGE, 2006). Com a descentralização da gestão dos recursos hídricos na década de 80, São Paulo instituiu uma Política Estadual de Recursos Hídricos e um Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991), adotando as bacias hidrográficas como unidades territoriais de planejamento e gerenciamento e instaurando, principalmente, outorgas de direito de uso das águas e infrações e penalidades (VIEIRA e TELLES, 2001). É importante ressaltar que nas bacias hidrográficas do estado, ainda não há cobrança pelo uso da água para irrigação. Essa questão tem sido amplamente discutida nas esferas estaduais e federais. Em São Paulo, a irrigação é responsável por 22% de toda a água utilizada do estado (ANA, 2013).

A irrigação das culturas agrícolas em São Paulo é feita, geralmente, de forma complementar, pois os totais anuais de precipitação pluviométrica caracterizam-se, de um modo geral, por serem satisfatórios, oscilando de 1.200 a 1.373mm/ano. No entanto, a distribuição das chuvas no estado não é uniforme, exigindo complementação por meio do uso de irrigação. A agricultura paulista faz uso de avançadas tecnologias de irrigação, praticando a chamada “irrigação profissional”, que visa um elevado aumento da produtividade agrícola (CARVALHO e ANDRADE, 1989; IBGE, 2006).

Em 2006, São Paulo possuía 48,89% da área irrigada da região Sudeste, com 786.051 hectares irrigados distribuídos em 27.862 estabelecimentos agrícolas. As principais culturas irrigadas eram a cana-de-açúcar, a laranja e o milho, com 60,19%, 19,61% e 11,26%, respectivamente, de suas áreas plantadas ou colhidas no estado. Os principais sistemas utilizados no estado eram os pressurizados. A aspersão convencional, a irrigação localizada

(gotejo e microaspersão), os pivôs centrais e a aspersão por canhão autopropelido, eram responsáveis por 63%, 23%, 8% e 6%, respectivamente, da área irrigada paulista (IBGE, 2006).

Inicialmente, o desenvolvimento das lavouras irrigadas em São Paulo foi impulsionado por políticas públicas de fomento à venda de equipamentos de irrigação, especialmente entre as décadas de 70 e 80. Atualmente, a iniciativa privada é a responsável por alacavancar, substancialmente, essa prática. Os projetos de irrigação são elaborados pelos próprios fabricantes e/ou fornecedores (revendedores) de equipamentos, sediados em vários estados do país. Em São Paulo, além da Agropolo Hidro Sistemas, da *Lindsay*, da Krebsfer, da Irrigabrás, da *Netafim* e da *NaanDanJain*, supracitadas, encontram-se outras empresas, tanto de capital nacional, como a Agroject, a Irrigaterra, a Irrigaplan, a Irrigare, a Setorial Sistemas de Irrigação, a Horishop, a Carborundum Irrigação, a Drip-plan, a Irrimon, a Romera Irrigação, entre outras; como de capital estrangeiro, como a *Bauer* (capital alemão), a *Mexichem* (capital mexicano) e a *Irritec* (capital italiano)<sup>63</sup> (CSEI, 2016).

Em São Paulo, a inovação e a difusão de sistemas de irrigação são realizadas pelas empresas que fabricam e fornecem esses equipamentos, pelos institutos de pesquisa, como o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCT-EI), a EMBRAPA, o IAC, entre outros, e pelas instituições de ensino superior, com destaque para a ESALQ/USP (Piracicaba), a UNICAMP (Campinas) e a UNESP (Botucatu). Os cursos de pós-graduação em engenharia agrônômica e engenharia agrícola concentram cerca de 80% das pesquisas em irrigação (COELHO, 2007). Além disso, as empresas de consultoria especializadas em irrigação, como a EF IRRIGA e a FORBB, entre outras, também desempenham papel importante na difusão dessa prática na agricultura paulista.

### **5.3. Irrigação na citricultura**

O fornecimento de água para as plantas cítricas é importante para garantir uma boa floração e também o “pegamento” e crescimento dos frutos. De um modo geral, os citros necessitam de 600 a 1.200 mm anuais de chuva bem distribuídos<sup>64</sup> para um bom desenvolvimento das plantas. No entanto, fatores como o espaçamento das plantas, densidade

---

<sup>63</sup> Foram excluídas empresas que fornecem sistemas de irrigação para atividades não agrícolas, tais como jardinagem, campos de golfe, etc.

<sup>64</sup> A necessidade hídrica dos citros leva em consideração a determinação da Evapotranspiração da cultura (ETc). A ETc representa a quantidade de água transferida para a atmosfera, na forma de vapor, por meio da transpiração e evaporação, a partir de urna superfície vegetada. Devido ao fato da ETc alterar o volume de água armazenado no solo, a sua determinação permite a estimação da necessidade hídrica das plantas para uma dada condição edafo-climática e de manejo da cultura (COELHO et al., 2004).

de plantio, sanidade das plantas, combinação de copa e porta-enxerto, idade dos pomares, umidade e temperatura do ar, condições de vento, características hídricas do solo, entre outros, podem influenciar a sua necessidade hídrica (BEM MECHLIA e CARROL, 1989; ORTOLANI et al., 1991).

A necessidade de água pelas plantas cítricas também varia conforme o seu estágio fenológico. O período mais crítico ocorre durante a formação do fruto, que ocorre entre a brotação floral até o fruto atingir 2,5 cm de diâmetro. Nessa fase, o estresse hídrico pode ser muito prejudicial à produção, pois ainda há divisão celular nos tecidos do fruto. Durante as fases de maturação, colheita e semi-dormência, a demanda hídrica é menor, porém a presença de água ainda é importante, especialmente, para a condução de nutrientes e alongamento celular. A quebra da semi-dormência e a indução floral ocorrem devido ao déficit hídrico ou a baixas temperaturas (10-15°C), que causam um estresse necessário às plantas cítricas (COELHO et al., 2004; EMBRAPA, 2005).

O consumo médio de água pelos citros em diferentes partes do mundo no período do inverno é de 1,5mm/dia/planta, e no período do verão é de 3,2 a 4,7mm/dia/planta. De acordo com Coelho (2006), um hectare plantado com citros no Brasil demanda, em média, de 30 a 60 m<sup>3</sup> de água/dia. No Estado de São Paulo, o consumo de água pelos citros gira em torno de 1,5 mm/dia/planta em pomares não irrigados e 3,3 mm/dia/planta em pomares irrigados (EMBRAPA, 2005).

O uso de irrigação nos citros torna-se uma opção em regiões onde a precipitação pluvial é irregular e/ou insuficiente para atender a demanda hídrica das plantas durante toda a safra (ZANINI et al., 1998; DOS SANTOS et al., 2006). No caso dos pomares de citros, é recomendável iniciar a irrigação em plantas com até três anos de idade, pois a introdução dessa prática em pomares já adultos exige a necessidade de adaptação do sistema radicular das plantas à nova condição, prolongando sua resposta aos benefícios do uso dessa tecnologia (SILVA, 1999).

No Brasil, a irrigação dos citros é feita, geralmente, de forma suplementar. Nas regiões norte e noroeste do Estado de São Paulo verifica-se, em muitos casos, a chamada “irrigação de salvação”, na qual a água é fornecida para os pomares por somente 15 a 20 dias após o florescimento, para evitar que verânicos provoquem queda dos frutos e, conseqüentemente, a redução da produção (ZANINI et al., 1998).

A adoção de irrigação, resulta, considerando a ausência de outros fatores limitantes, em vários benefícios para a cultura cítrica (DOS SANTOS et al., 2006). No caso da cultura da

laranja, os impactos positivos da irrigação foram verificados por vários autores na literatura nacional e internacional (BARRETO et al., 1976; SMAJSTRLA E KOO, 1984; ZANINI et al., 1998; SILVA, 1999; VILLAS BÔAS et al., 2002; PETILLO e CASTEL, 2004; DUENHAS et al., 2005; PRADO et al., 2007; SILVA et al., 2009; GOÑI e OTERO, 2011).

Os estudos de Smajstrla e Koo (1984), Zanini et al. (1998), Petillo e Castel (2004), Duenhas et al. (2005), Silva et al. (2009) e Goñi e Otero (2011) identificaram um aumento da produtividade dos pomares de laranja, por planta e por área, devido ao uso de diferentes sistemas de irrigação. Petillo e Castel (2004), Prado et al. (2007) e Goñi e Otero (2011) detectaram um aumento do tamanho dos frutos cítricos em função da irrigação. Barreto et al. (1976), Duenhas et al. (2005) e Silva et al. (2009) mostraram que a irrigação promove uma elevação no peso dos frutos. Barreto et al. (1976), Duenhas et al. (2005) e Silva (1999) mostraram que a irrigação é capaz de elevar o número de frutos por planta, aumentando a sua retenção à planta. Silva (1999) identificou que o uso de irrigação na laranja gera frutos com maior *ratio* e mais resistentes à punctura. Por fim, a adoção de irrigação nos pomares pode elevar o nível de micronutrientes nas folhas (por exemplo, o zinco), uniformizar as floradas, aumentar a massa fresca das raízes e reduzir a bienalidade da produção, como apontado pelos estudos de Silva (1999), Villas Bôas et al. (2002) e Goñi e Otero (2011).

Os estudos supracitados são sintetizados na Tabela 7. Em resumo, a irrigação dos pomares de laranja promove um aumento da produção e produtividade<sup>65</sup> dos mesmos e uma melhoria da qualidade dos frutos colhidos. Esses impactos são resultantes do aumento do número de frutos por planta e de maior retenção dos mesmos, além do aumento do tamanho e peso das laranjas. Ademais, a irrigação possibilita à planta uma florada mais uniforme, reduz a bienalidade da produção<sup>66</sup>, promove um aumento da quantidade de nutrientes nas folhas, possivelmente em função do aumento de massa fresca das raízes, além de proporcionar melhoras nas características tecnológicas dos frutos, como um maior *ratio*.

Adicionalmente aos impactos observados nos aspectos produtivos dos pomares, Carrer (2015) constatou que citricultores que adotam irrigação nos pomares têm um aumento do índice de eficiência técnica das propriedades de 3,5%, *ceteris paribus*. Assim, essa tecnologia permite que se produza uma maior quantidade de laranja, utilizando menor quantidade de insumos (defensivos, fertilizantes, entre outros). A eficiência técnica promovida pela adoção de irrigação nos pomares, juntamente com a melhoria na padronização dos frutos e redução de

---

<sup>65</sup> A produtividade na citricultura pode ser expressa em caixa por planta ou área (por exemplo, hectares), em tonelada(s) por unidade de área ou em volume de suco obtido por unidade de área (CESAR e AMARO, 2004).

<sup>66</sup> Bienalidade na cultura da laranja corresponde à alternância entre uma safra com alta produção e uma safra com baixa produção.

floradas múltiplas e irregulares, seria capaz de elevar, quando associada também a outros mecanismos de planejamento, a eficiência produtiva do CAI citrícola como um todo de acordo com um modelo de planejamento integrado entre a produção citrícola e a indústria processadora proposto por Ferreira et al. (2016).

**Tabela 7** - Estudos que mostraram os impactos da utilização de sistemas de irrigação na laranja.

Autor (es)	País do estudo	Tipo de irrigação	Impactos na cultura*	Variedade de copa/porta enxerto
Barreto et al. (1976)	Brasil	Aspersão	- Aumento de 56% no número médio de frutos por planta - Aumento de 70% no peso (kg) médio dos frutos por planta - Aumento de 9% no peso (g) médio dos frutos	Natal/Laranjeira Caipira
Smajstrla e Koo (1984)	Estados Unidos	Gotejamento	- Aumento de 40,69% na produtividade média (caixas/acre)	Valência/Limão rugoso
		Microaspersão	- Aumento de 60,96% na produtividade média (caixas/acre)	
Zanini et al. (1998)	Brasil	Gotejamento	- Aumento de 29,28% na produtividade média (caixas/planta) ou 31,14% (kg/planta)	Pêra-Rio/Limão Cravo e Pêra-Rio/Cleópatra Natal/Limão Cravo e Natal/Cleópatra Valência/Limão Cravo e Valência/Cleópatra
		Microaspersão		
Silva (1999)	Brasil	Microaspersão	- Frutos 16,39%, em média, mais resistentes à punctura (Newton) - Aumento de 30,72%, em média, no nível de Zn nas folhas (mg/dm <sup>3</sup> ) - Suco com maior <i>ratio</i> (média dos tratamentos irrigados: 11,84) - Uniformização da florada - Aumento de 9,26%, em média, da retenção de fruto nas árvores (força de arranquio medida em Newton)	Pêra-Rio/Limão Cravo e Pêra-Rio/Cleópatra
Villas Bôas et al. (2002)	Brasil	Localizada	- Aumento de 48,22% na média da massa fresca das raízes (gramas/L de solo)	Valência/Limão Cravo
Petillo e Castel (2004)	Uruguai	Gotejamento	- Aumento de 24,76% na produtividade média (kg/planta) - Aumento de 13,66% no tamanho médio dos frutos (g)	Valência/Trifoliata
Duenhas et al. (2005)	Brasil	Microaspersão	- Aumento de 9% na produtividade média (toneladas/ha) - Aumento de 12,35% no número médio de frutos por planta - Aumento de 1,16% no peso médio dos frutos (g)	Valência/Cleópatra
Prado et al. (2007)	Brasil	Gotejamento	- Aumento do tamanho médio dos frutos em aproximadamente 64% (mm)	Valência/Limão Cravo
Silva et al. (2009)	Brasil	Gotejamento	- Aumento de 13%, em média, na massa das frutas (g)	Valência/Citrumelo <i>Swingle</i>
		Microaspersão	- Aumento de 24%, em média, na produtividade (caixas/ha)	
Goñi e Otero (2011)	Uruguai	Microaspersão	- Aumento de 20%, em média, na produtividade (peso dos frutos/árvore) - Aumento do tamanho dos frutos (mm) - Redução da bienalidade da produção	Bahia/Trifoliata

Fonte: elaborada pela autora com base em Barreto et al. (1976), Smajstrla e Koo (1984), Zanini et al. (1998), Silva (1999), Villas Bôas et al. (2002), Petillo e Castel (2004), Duenhas et al. (2005), Prado et al. (2007), Silva et al. (2009) e Goñi e Otero (2011).

\* Esses resultados são oriundos de experimentos de campo com tratamentos irrigados e não irrigados (somente precipitação) nas diversas variedades de laranja. Não se levou em consideração, para a elaboração desta tabela, a intensidade de água aplicada nos experimentos e nem a época de aplicação, somente a irrigação como um todo.

Nos pomares de laranja encontram-se, principalmente, dois tipos de sistemas de irrigação: localizados e por aspersão<sup>67</sup>. A irrigação localizada consiste, de um modo geral, na aplicação de pequenas quantidades de água no solo diretamente sobre a zona radicular das plantas, durante um longo período de tempo (MIRANDA et al., 2001). Esse tipo de irrigação pode ser feito utilizando diferentes tipos de subsistemas, como o gotejo, a microaspersão<sup>68</sup> e a tripa, que pode ser considerado uma combinação de irrigação localizada e por aspersão. Já a irrigação por aspersão consiste, de um modo geral, na aplicação de água no solo por meio de um jato de água lançado com pressão no ar atmosférico, utilizando simples orifícios ou bocais de aspersores. O canhão (ou carretel) autopropelido é o mais utilizado para esse fim (SILVA, 1999).

Os sistemas de irrigação localizada e por aspersão e seus respectivos subsistemas são descritos no Quadro 3. Nele, também são apresentadas as vantagens e desvantagens do uso de cada um. Observa-se que o emprego de cada sistema de irrigação possui vantagens e desvantagens, assim, a escolha do mesmo deve basear-se nas especificidades de cada propriedade, produtor e variedade de laranja (LUCIARE, 2003). Deste modo, determinados aspectos devem ser considerados na escolha do sistema de irrigação ideal, tais como a disponibilidade, qualidade e o consumo de água; a topografia e o tipo de solo da propriedade; o clima e a planta; o custo de implantação e manutenção, entre outros. Após a instalação do sistema, é fundamental o acompanhamento do seu funcionamento, especialmente em relação à uniformidade de distribuição de água no campo (PIRES et al., 1999).

Os sistemas automatizados de irrigação localizada permitem que os pomares cítricos sejam irrigados por longos períodos. No caso da laranja, usualmente, irriga-se a cultura durante os meses com menor precipitação, entre as 21h30min e 6h30min, pois as tarifas de energia elétrica são reduzidas nesse período (tarifa verde), além disso, a evapotranspiração da cultura é menor no período noturno, reduzindo o aporte de água aplicado.

---

<sup>67</sup> O uso de pivôs centrais para a irrigação não é muito comum nos pomares paulistas, sendo mais utilizados no cultivo de laranjas em outros estados (por exemplo, em Goiás).

<sup>68</sup> A irrigação utilizando gotejamento e microaspersão pode ser realizada, concomitantemente, com a prática da fertirrigação, que consiste na aplicação de fertilizantes (líquidos ou sólidos solúveis), juntamente, com a água de irrigação. Deve-se ressaltar que essa prática ainda é bastante recente no Brasil (DUENHAS et al., 2002).

**Quadro 3 - Descrição dos tipos de sistemas de irrigação e seus respectivos subsistemas utilizados na citricultura.**

Tipo de irrigação	Tipo de subsistema	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Localizada	Gotejamento (Figura 22)	Gotejadores distribuem a água próximo ao sistema radicular das plantas. Além dos gotejadores, esse sistema também é composto por tubos (laterais e ramais), válvulas de segurança, filtro, sistema de moto bomba e sistema de automação (controladores, solenóides e válvulas). Podem ser instaladas uma ou duas linhas de gotejadores em lados opostos das linhas das plantas (SILVA, 1999).	Menor consumo de energia; possibilidade de uso de fertirrigação; exige pouca manutenção no campo, pois pode ser automatizado; menores gastos com mão-de-obra (no automatizado); mais eficiente na utilização de água, reduzindo perdas por evaporação, escoamento superficial e percolação (SAKAI, 2003); distribuição mais uniforme da água; não interfere nos tratos fitossanitários (PIRES et al., 1999); possibilidade de irrigação por 24 horas/dia (SILVA, 1999).	Mais suscetível a entupimentos, ataques de animais (por exemplo, insetos) e danos mecânicos; exige maior qualidade e filtragem da água utilizada; não permite erros de dimensionamento; pode provocar acúmulo de sais na borda do bulbo (SAKAI, 2003); é um sistema fixo; utilização exclusiva para o projeto implantado (SILVA, 1999); alto custo de implantação (GOLDSTEIN, 2006).
	Microaspersão (Figura 23)	Microaspersores distribuem a água próximo ao sistema radicular das plantas. Esse sistema é composto pelos mesmos equipamentos do sistema por gotejo (SILVA, 1999).	Eficiência de aplicação; reduções nas perdas d'água por escoamento superficial e percolação; economia de água, energia e mão-de-obra; permite automação e fertirrigação; utilizável em qualquer tipo de solo (SAKAI, 2003).	Alto custo de implantação; susceptibilidade a entupimentos e ataques de animais; dificuldade em manter-se na posição vertical (SAKAI, 2003).
Aspersão	Canhão ou carretel (autopropelido) (Figura 24)	Um aspersor (grande, médio ou pequeno) é acoplado a uma estrutura metálica (carrinho) com rodas pneumáticas, que se deslocam linearmente, irrigando faixas de terreno. O carrinho é conectado aos hidrantes de água por meio de uma mangueira flexível (resistente à pressão, tração e atrito com o solo) (SILVA, 1999).	Dispensa o preparo ou sistematização do terreno; facilidade de manejo e transporte (SILVA, 1999); não necessita de filtragem da água; fácil instalação em culturas estabelecidas (SAKAI, 2003); pode ser deslocado para outras culturas e/ou vendido; proporciona molhamento de grande área (pode chegar a 100%) da superfície cultivada (SILVA, 1999).	Elevado consumo de energia (cavalo-vapor/ha); custo inicial elevado; distribuição de água muito afetada pelos fatores climáticos (por exemplo, vento); aumenta o risco de selamento/compactação da superfície de alguns tipos de solos e dependendo do tamanho das gotas de água; necessidade de mão-de-obra permanente (SAKAI, 2003); favorece o desenvolvimento (disseminação) de algumas doenças; interferência nos tratos culturais (por exemplo, lavagem de defensivos); baixo índice de coeficiente de uniformidade de distribuição de água (SILVA, 1999).
Localizada + Aspersão	Tripa (Figura 25)	Esse sistema utiliza um material de polietileno de baixa densidade que apresenta, ao longo da tubulação, microfuros pelos quais a água é aplicada. Ele é composto, basicamente, por tubo (rolo) e por um sistema moto bomba (MIRANDA et al., 2001).	Fácil implementação e manutenção; baixo custo de implementação (em torno de R\$ 150/hectare); facilidade no transporte e armazenamento; menos suscetível a entupimentos; utiliza moto bomba de baixa potência (MIRANDA et al., 2001).	Baixa vida útil (aproximadamente oito anos) (MIRANDA et al., 2001).

Fonte: elaborado pela autora com base em Pires et al. (1999), Silva (1999), Miranda et al. (2001), Sakai (2003) e Goldstein (2006).



As Figuras 22, 23, 24 e 25 ilustram os tipos de sistemas e sub-sistemas de irrigação descritos no Quadro 3.



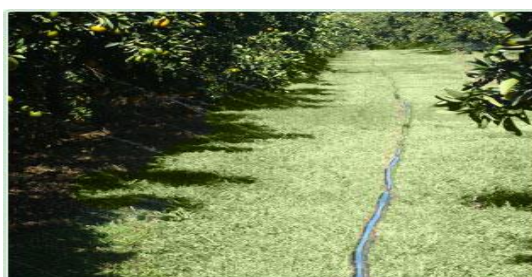
**Figura 22 -- Irrigação por gotejamento**  
Fonte: obtida do site [www.pivotcentral.com.br](http://www.pivotcentral.com.br)



**Figura 23 - Irrigação por microaspersão**  
Fonte: obtida do site [www.tsezamo.com.br](http://www.tsezamo.com.br)



**Figura 24 - Irrigação por aspersão  
(canhão autopropelido)**  
Fonte: Luchiareli (2003)



**Figura 25 - Irrigação por tripa**  
Fonte: obtida do site [www.tsezamo.com.br](http://www.tsezamo.com.br)

Embora a década de 60 possa ser considerada como o início da irrigação dos citros no Brasil, os maiores avanços dessa prática foram verificados no final da década de 90 (ZANINI et al., 1998). O aumento da área irrigada na citricultura pode ser atribuído, em parte, à conjuntura desfavorável e crítica enfrentada pelos produtores de laranja a partir da década de 90. A redução significativa nas margens de lucro de diversos citricultores paulistas direcionou a atenção para tecnologias agrícolas capazes de aumentar a produtividade dos pomares e, assim, restaurar sua rentabilidade, como no caso do uso de irrigação. Entretanto, como já mencionado, a adoção de irrigação tem ocorrido de forma parcial e desigual nos pomares paulistas.

No fim dos anos 90, também se intensificaram as pesquisas objetivando quantificar os impactos da prática de irrigação na produção e na produtividade dos pomares de laranja. Nesse sentido, os institutos de pesquisa, como o IAC, através, principalmente, do Centro de Citricultura Sylvio Moreira, a Embrapa e também as instituições de ensino superior foram fundamentais para a condução dessas pesquisas. Vale ressaltar também as ações promovidas por entidades atuantes no setor, tais como os consultores do GTACC e GCONCI, que direcionaram esforços para a promoção e difusão da irrigação entre os citricultores. Em 2003, o GTACC organizou o primeiro Simpósio de Citricultura Irrigada do Brasil, em Bebedouro, com o objetivo de transmitir aos produtores os benefícios da irrigação, bem como apresentar empresas e seus produtos aos mesmos. Desde a primeira edição, o GTACC realizou mais sete edições desse simpósio em 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010 e 2012.

Em São Paulo, inicialmente, as áreas citrícolas irrigadas concentraram-se, principalmente, em pomares de frutas para mercado, uma vez que o investimento se viabilizava pela possibilidade de produção de frutas de maior qualidade na safra e entressafra, acarretando na oportunidade de comercialização da caixa de laranja a preços mais elevados. No entanto, nos últimos anos, houve um aumento da implantação de sistemas de irrigação em pomares de frutas destinadas à indústria, em função, especialmente, do uso de sistemas de plantio mais adensados, do desenvolvimento de equipamentos tecnicamente mais avançados, do surgimento da doença MSC<sup>69</sup>, entre outros fatores (NEVES, 2012).

Os primeiros pomares de citros irrigados em São Paulo utilizavam, prioritariamente, a irrigação por aspersão (carretel enrolador autopropelido), pois as propriedades pioneiras nessa

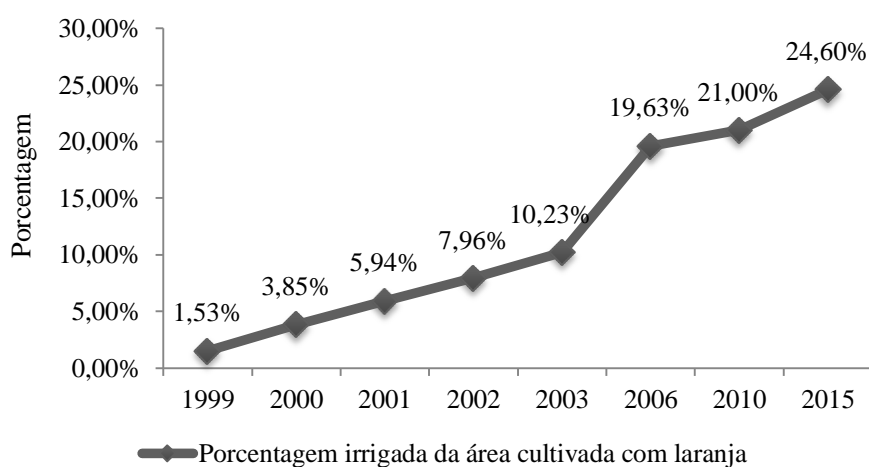
---

<sup>69</sup> O aparecimento da Morte Súbita do Citros, doença que atinge, especialmente, o porta-enxerto Limão-Cravo, obrigou a sua troca por outros porta-enxertos menos tolerantes à seca, incentivando o uso da irrigação (NEVES, 2012).

prática adotavam esse tipo de sistema, servindo de referência para as outras. Posteriormente, houve a introdução e expansão da irrigação localizada, impulsionada, principalmente, pela instalação de fábricas e fornecedores desse tipo de sistema na região citrícola paulista e pelo elevado *marketing* promovido pelos mesmos (LAURINDO, 2004).

Em 2015, pouco mais de 24% da área plantada com laranja em São Paulo era irrigada. Dentre os principais sistemas utilizados nos pomares paulistas há o prevaecimento, atualmente, da irrigação localizada por gotejamento, utilizada em pouco mais de 88% da área plantada com laranja no estado (NEVES, 2012; FUNDECITRUS, 2015). No cinturão citrícola, que engloba parte do estado de São Paulo e o Triângulo Mineiro, as regiões norte e central concentram os maiores percentuais de área irrigada, com 45,30% e 23,57%, respectivamente. Em seguida, encontram-se as regiões noroeste, sul e sudeste com 14,55%, 11,58% e 4,71% das áreas irrigadas, respectivamente (FUNDECITRUS, 2015).

A Figura 26 apresenta a evolução do percentual da área irrigada de laranja em São Paulo de 1999 a 2015. Observa-se que nesse período, houve um aumento de 23,07% da área irrigada nos pomares de laranja.

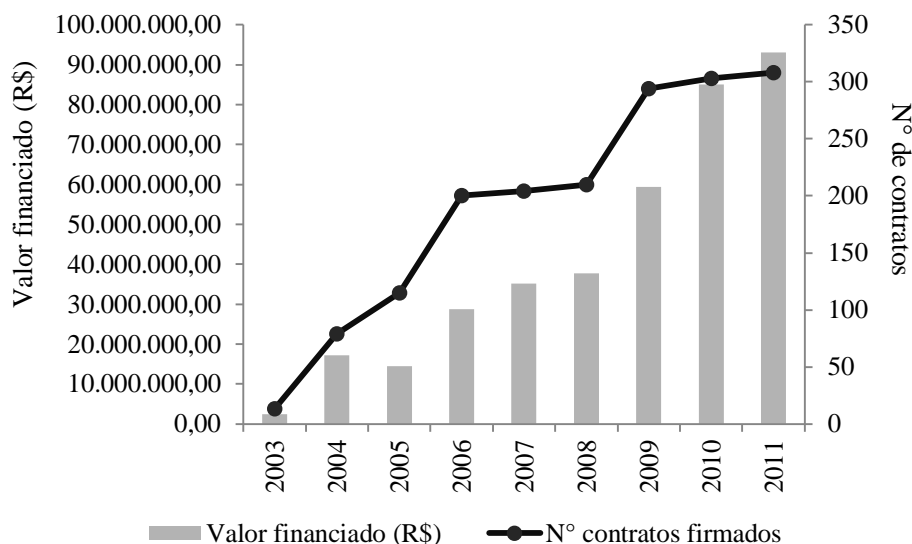


**Figura 26** - Porcentagem irrigada da área cultivada com laranja em São Paulo entre 1999 e 2015.

Fonte: elaborada pela autora com dados de Lopes (2005), Neves et al. (2010) e Fundecitrus (2015).

O aporte de crédito e o número de contratos firmados para financiar a irrigação da laranja em São Paulo, também apresentaram um aumento entre 2003 e 2011, conforme apresentado na Figura 27. O aumento do crédito pode ter contribuído para a elevação da área irrigada dessa cultura no estado, pois a adoção dessa tecnologia é considerada um investimento custoso para o produtor. O valor financiado passou de R\$ 2.409.493,16 (13 contratos) em 2003, para R\$ 93.103.712,24 (308 contratos) em 2011. No entanto, apesar

desse aumento, a difusão da irrigação entre os citricultores paulistas pode ser considerada baixa. Nos EUA, por exemplo, em 2012, mais de 90% da área colhida com citros no país era irrigada (USDA, 2012).



**Figura 27** - Evolução do aporte de crédito e do número de contratos firmados para custear a irrigação na laranja em São Paulo, entre 2003 e 2011, corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para dezembro de 2011.

Fonte: elaborada pela autora com dados do Banco Central do Brasil (2012) e IPEA (2015).

De acordo com Patino et al. (2014), adotar irrigação em um pomar de laranja pode representar um acréscimo de 20%, ao ano, nos custos de produção por hectare dessa cultura. Os investimentos necessários para implantar e manter um sistema de irrigação na laranja são bem variados. Os custos de instalação de um sistema por aspersão giram, em média, em torno de R\$ 888/ha a R\$ 2.500/ha e de um sistema localizado entre R\$ 1.665/ha a R\$ 7.000/ha (ZANINI et al.,1998; LAURINDO, 2004; GOLDSTEIN, 2006). Em contrapartida, os custos de manutenção (custos fixos e custos variáveis) dos sistemas de irrigação, por sua vez, giram, em média, em torno de R\$ 1.721,88/ha a R\$ 2.437/ha para a irrigação por aspersão e de R\$ 1.405,81/ha a R\$ 2.401,50/ha para a irrigação localizada (REZENDE et al., 1999; LAURINDO, 2004; DOS SANTOS et al., 2006)<sup>70</sup>.

<sup>70</sup> Diversos fatores podem influenciar os custos de instalação de irrigação, tais como: a fonte e a qualidade da água utilizada (rio ou poço), a distância da adutora, o desnível do terreno, a região em que a propriedade está localizada, o espaçamento de plantio, a distribuição das variedades e idade das plantas, a fonte de energia disponível, entre outros. Deste modo, cada projeto tem custos específicos e particularidades. Os custos operacionais referem-se àqueles com mão-de-obra, energia, manutenção e mecanização (LAURINDO, 2004). Valores que foram encontrados na literatura em dólares, tanto para os custos de instalação como de manutenção, foram convertidos utilizando o câmbio de 1 dólar = 1,11 (1998), 1 dólar = 2,97 (2004) e 1 dólar = 2,33 (2006).

Embora a instalação de um sistema localizado seja mais cara, os seus custos com manutenção são menores. Por outro lado, embora a instalação de um sistema por aspersão seja mais barata, os seus custos de manutenção são maiores. Ambos os sistemas de irrigação se amortizam ao mesmo tempo, podendo chegar a uma década. Por isso, é importante analisar a viabilidade econômica desse investimento antes de sua adoção (LAURINDO, 2004).

De acordo com Laurindo (2004), a implantação de sistemas de irrigação pelos citricultores tem se desenvolvido, de um modo geral, de maneira desorganizada e, usualmente, por meio de iniciativa privada. No caso dos projetos menores, o próprio produtor toma a decisão de irrigar e comprar o sistema. Na região norte de São Paulo, os citricultores adquirem dos fornecedores um pacote de serviços que inclui a aquisição dos equipamentos, a entrega e a instalação técnica dos sistemas nas propriedades (PALARETTI et al., 2011). Assim, em muitos casos, os produtores desconsideram ou atribuem menor importância às avaliações econômicas e financeiras do investimento e objetivam, exclusivamente, o aumento da produção, que pode não ser suficiente para cobrir o aporte de capital investido (LAURINDO, 2004).

Segundo Duenhas e Saad (2009), realizar uma análise de viabilidade econômica dos projetos de irrigação, de um modo geral, não é uma tarefa fácil, devido às flutuações nos preços da caixa de laranja, aos custos dos equipamentos e aos diferentes aumentos de produtividade gerados pelos diversos sistemas de irrigação. Esses autores avaliaram, por meio de simulação, a viabilidade econômica do uso de irrigação localizada e por aspersão em São Paulo e concluíram, dentre outros fatores, que há maior probabilidade (95,7%) de obtenção de um valor presente líquido positivo com a utilização de irrigação por aspersão, seguida por irrigação por microaspersão (82,7%) e, por último, por gotejamento (57,3%).

Após a escolha do sistema de irrigação, é importante realizar um manejo apropriado dessa prática em relação à época e ao horário de aplicação de água, bem como da quantidade a ser aplicada, de forma a se otimizar os recursos de água e energia, a fim de se obter o máximo retorno econômico. De acordo com Vescove e Turco (2010), em um pomar localizado no centro-norte de São Paulo, o maior retorno econômico obtido ao se empregar irrigação localizada foi com a utilização de uma linha de gotejadores por planta e a aplicação de 50% da Evapotranspiração da Cultura (Etc) no período noturno. Desta forma, tão importante quanto difundir a irrigação entre os citricultores, é capacitá-los em relação à gestão correta dessa prática na propriedade.

## **CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este capítulo está estruturado em três seções. Ele apresenta os resultados obtidos por meio da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), as hipóteses do estudo, os resultados da pesquisa empírica e a discussão. Na primeira seção, são apresentados os resultados da RBS sobre os determinantes da adoção de sistemas de irrigação na agricultura. A segunda seção apresenta as hipóteses elaboradas do estudo. Na terceira seção, são apresentados e discutidos os resultados obtidos com a pesquisa empírica para a identificação dos determinantes da adoção de irrigação pelos citricultores do centro-norte do Estado de São Paulo.

### **6. 1. Determinantes da adoção de irrigação na agricultura**

A adoção de irrigação é abordada na literatura sob, basicamente, duas perspectivas. A primeira engloba estudos que analisam a adoção de irrigação dentro de um contexto de preocupação com a utilização de um recurso finito, a água. Esses estudos buscam identificar, principalmente, os fatores que levam os produtores a substituir o sistema de irrigação em uso, por um que seja mais eficiente na utilização desse recurso e que polua menos as fontes hídricas (FISHELSON e RYMON, 1989; DINAR e YARON, 1990; SCHUCK et al., 2005; MICHAILIDIS et al., 2011). Desta forma, esses estudos fazem uma análise de uma adoção secundária de irrigação, ou seja, o produtor já praticava a irrigação previamente em sua propriedade e pode, ou não, decidir por adotar um novo sistema. Há ainda estudos que analisam os determinantes da escolha de um sistema de irrigação em detrimento a outro e, nesses casos, pode-se supor que a decisão de adotar essa tecnologia já foi feita (CASWELL e ZILBERMAN, 1985; NEGRI e BROOKS, 1990; GREEN et al., 1996; MORENO e SUNDING, 2005).

Na segunda perspectiva, o produtor nunca utilizou irrigação em sua propriedade e passa a adotar essa tecnologia. Esse processo pode ser caracterizado como uma adoção primária de irrigação e os fatores que influenciam essa etapa de adoção ainda são pouco explorados tanto na literatura nacional, como na internacional. Embora a quantidade de estudos relacionados com a identificação dos determinantes da adoção primária de irrigação seja ainda escassa, o presente estudo focou na obtenção e análise de informações contidas nos mesmos, uma vez que ainda é baixa a taxa de difusão dessa tecnologia nos pomares citrícolas paulistas. Ademais, os fatores que influenciam a adoção primária de irrigação podem diferir daqueles que afetam uma adoção secundária da mesma.

A maneira como um indivíduo se comporta diante de uma nova tecnologia pode ser explicada pelos modelos teóricos sobre o processo de adoção e difusão de tecnologias que

foram apresentados no capítulo 2. Porém, para se estabelecer um conjunto de potenciais fatores determinantes da adoção de irrigação, recorreu-se também à elaboração de uma RBS, conforme descrito no capítulo 3 (seção 3.1.1). A RBS resultou na identificação de 28 trabalhos que utilizaram dados primários, dos quais 25 analisaram a decisão de adotar irrigação, dois analisaram a decisão de intensidade de adoção de irrigação e um trabalho analisou tanto a adoção, como a intensidade de adoção de irrigação pelos produtores. Esses estudos são sintetizados na Tabela 8, que mostra os seus autores, o ano de publicação, o país em que se realizou o estudo, o cultivo agrícola, o sistema de irrigação adotado, o método de análise, o tipo de decisão (adoção ou intensidade de adoção), o tamanho da amostra e os resultados obtidos, ou seja, os determinantes e seus impactos nas decisões de adoção e de intensidade de adoção de irrigação. Todas essas informações referentes aos dois estudos complementares utilizados na RBS, também são apresentadas ao final da Tabela 8. Como pode ser observado, os estudos foram realizados em diversos países, focaram na adoção de diferentes sistemas de irrigação e empregaram, principalmente, regressões econométricas (*logit e probit*) para analisar a decisão de adotar um sistema de irrigação. Vale ressaltar, ainda, que o número de estudos que analisou os determinantes da decisão de adoção de irrigação é bem maior do que o número de estudos que analisou os determinantes da intensidade de adoção. Os fatores que afetam a intensidade de adoção, nos estudos, foram identificados utilizando regressões econométricas (*Tobit* e Método dos Mínimos Quadrados - MMQ) e teste de hipótese (qui-quadrado).

**Tabela 8** - Estudos que abordaram a adoção e a intensidade de adoção de irrigação.

Nº	País do estudo	Autor (es) e ano de publicação	Decisão	Cultivo (s)	Tecnologia de irrigação adotada	Amostra de adotantes (A) e não adotantes (NA)	Método de análise	Determinante (s) da adoção e da intensidade de adoção e seu (s) impacto (s)
(1)	Índia	Kulshreshtha e Brown (1993)	Adoção	N/I	Irrigação*	58 A e 67 NA	<i>Probit</i>	Crença de que o uso de irrigação pode trazer benefícios econômicos e ambientais positivos (+); educação (+); idade (-); participação em organizações da agricultura (+); atividade pecuária (+).
(2)	Bangladesh	Dev e Hossam (1996)	Intensidade de adoção	N/I	Irrigação*	N/I	MMQ	Extensão rural (+); disponibilidade de estradas pavimentadas (+); maior mão-de-obra/área (+).
(3)	EUA	Skaggs (2001)	Adoção	Pimenta	Irrigação*	39 A e 21 NA	<i>Logit</i>	Expectativas no futuro do setor (+); tamanho da propriedade (+); assistência técnica (+); idade (+).
(4)	EUA	Negri et al. (2005)	Adoção	Feijão, milho e algodão	Irrigação*	3.087 A e NA	<i>Probit</i>	Acesso a fontes de água (+); solos mais inclinados (-); solos com bastante conteúdo de argila (-); solos com bastante conteúdo de areia (-); idade (-); educação (+); atividade agrícola como principal atividade (+); tamanho da propriedade (+); preço dos salários da mão-de-obra (+).
(5)	Quênia	Kulecho e Weatherhead (2006)	Adoção	N/I	Gotejo	33 A	Estatísticas descritivas	Experiência prévia com irrigação (+).
(6)	Sri Lanka	Ekanayake et al. (2007)	Adoção	N/I	Micro irrigação	300 A e NA	<i>Logit</i>	Área cultivada (+).
(7)	China	He et al. (2007)	Adoção	N/I	Irrigação*	218 A e NA	<i>Logit</i>	Educação (+); quantidade de mão-de-obra ativa (+); extensão rural (+); Crença de que o uso de irrigação pode aumentar a produtividade e promover excedentes de oferta (+); idade (-); grande distância de tanques de água (-); acesso a crédito rural (+); assistência técnica (+); treinamento técnico (+); diversificação da produção (+).
(8)	Irã	Torkamani e Shajari (2008)	Adoção	Trigo	Irrigação*	187 A e NA	<i>Probit</i>	Aversão ao risco em relação à disponibilidade de água (+); idade (+); educação (+); altas temperaturas (+); baixa precipitação (+).
(9)	EUA	Savage e Brozović (2009)	Adoção	Trigo e milho	Pivôs	35.502 A	<i>Logit</i>	Alto índice de precipitação (-); altas temperaturas (+); receita (+).
(10)	Etiópia	Golla (2010)	Adoção	N/I	Gotejo	55 A e 55 NA	<i>Logit</i>	Idade (+); educação (+); acesso a fontes de água (+); posse da terra (+); experiência prévia com irrigação (+); grande distância da estrada principal (-); grande distância da fonte de água (-).

(continua)



Nº	País do estudo	Autor (es) e ano de publicação	Decisão	Cultivo (s)	Tecnologia de irrigação estudada	Amostra de adotantes (A) e não adotantes (NA)	Método de análise	Determinante (s) da adoção e da intensidade de adoção e seu (s) impacto (s)
(11)	Zimbábue	Musara et al. (2010)	Adoção	Milho	Micro irrigação	320 A e NA	<i>Logit</i>	Treinamento (+); idade (-); <i>status</i> social (castas) (+); mulheres como chefe de família (+).
(12)	Espanha	Alcon et al. (2011)	Adoção	N/I	Gotejo	360 A	Análise de duração	Educação (+); acesso a crédito rural (+); participação em cooperativas (+); alto preço da água (+); idade (-); experiência/teste da tecnologia (+); acesso a fontes de água (+); cultivo de frutas (citros) (+); assistência de pessoal especializado na agricultura (+).
(13)	Irã	Bagheri e Ghorbani (2011)	Adoção	N/I	Micro aspersão	20 A e 60 NA	Teste de hipótese (ANOVA)	Educação (+); mais fragmentos de terra (+); acesso à informação específica (livros e outras publicações) (+); acesso a fontes de água (+); tamanho da família (+).
(14)	Grécia	Genius et al. (2012)	Adoção	Azeitonas	Irrigação*	172 A e 93 NA	Análise de duração	Idade (+); educação (+); alta densidade das plantas (+); alto preço da água (+); extensão rural (+); menor distância entre adotantes (+); <i>stock</i> de adotantes (+); aversão ao risco de disponibilidade de água (+) e de variação nos lucros (+).
(15)	Malawi	Kamwamba-Mtethiwa et al. (2012)	Adoção	N/I	Irrigação*	100 A e 100 NA	<i>Logit</i>	Educação (+); idade (-); tamanho da propriedade (+); posses do chefe de família (+); renda não agrícola (+).
(16)	China	Shang et al. (2012)	Adoção	N/I	Irrigação*	364 A e NA	<i>Logit</i>	Proporção da renda oriunda de atividade agrícola (+); qualificação da mão-de-obra (+); idade (-); área cultivada (+); apoio do governo (+); educação (+).
(17)	Irã	Vaezi e Daran (2012)	Adoção	N/I	Irrigação pressurizada	N/I	<i>Logit</i>	Educação (+); tamanho da família (+); área cultivada (+); idade (-); maior distância de tanques de água (-); extensão rural (+); posse da terra (+); subsídios financeiros (+); proximidade com centros de serviços agrícolas (+); crença de que a irrigação é capaz de gerar efeitos positivos (+); treinamento (+); aversão ao risco de disponibilidade de água (+).
(18)	Etiópia	Getacher et al. (2013)	Adoção	N/I	Irrigação*	301 A e NA	<i>Logit</i>	Acesso a fontes de água (+); acesso a crédito rural (+); quantidade de adultos na família (+); educação (+).
(19)	Índia	Karpagam et al. (2013)	Adoção	Cana-de-açúcar	Gotejo	40 A e 40 NA	Estatísticas descritivas	Cooperação e integração com agentes da cadeia (+).
(20)	Índia	Kiruthika (2013/2014)	Adoção	Cana-de-açúcar	Gotejo	N/I	<i>Logit</i>	Idade (-); experiência (-); extensão rural (+).
(21)	Irã	Shahzadi (2013)	Adoção	N/I	Irrigação pressurizada	143 A e NA	<i>Logit</i>	Educação (+); posse da terra (+); acesso a crédito rural (+); área cultivada (+); renda anual (+); idade (-); tamanho da família (-).

(continua)

Nº	País do estudo	Autor (es) e ano de publicação	Decisão	Cultivo(s)	Tecnologia de irrigação estudada	Amostra de adotantes (A) e não adotantes (NA)	Método de análise	Determinante (s) da adoção e da intensidade de adoção e seu (s) impacto (s)
(22)	Irã	Amini (2014)	Adoção	Ameixa	Gotejo	369 A	Correlação de Pearson	Crença de que o uso de irrigação pode trazer benefícios econômicos e ambientais positivos (+).
(23)	China	Cremades et al. (2014)	Adoção e intensidade de adoção	N/I	Irrigação*	1.269 A e NA	Logit e Tobit	<b>Adoção:</b> Extensão rural (+); subsídios financeiros (+); índice total de precipitação (mm) (-); idade (-); posses da família (+); acesso a fontes de água (+); posses da propriedade (+); educação (+); proporção de trabalho não agrícola (+); solos com alta proporção de argila (-); solos com alta proporção de areia (-); solo salino (+). <b>Intensidade:</b> Extensão rural (+); subsídios financeiros (+); acesso a fontes de água (+); índice total de precipitação (mm) (-); educação (+); posses da propriedade (+); solos com alta proporção de argila (-); solos com alta proporção de areia (-); terreno plano (+).
(24)	Brasil	Cunha et al. (2014)	Adoção	N/I	Irrigação*	3.123 A e NA	Probit	Maior variabilidade de temperatura (+); maior variabilidade de precipitação (+); acesso a fontes de água (+); solos com alto potencial agrícola (+); acesso à internet (+), renda anual (+); educação (+); idade (+); falta de assistência técnica (-).
(25)	Índia	Vermani et al. (2014)	Intensidade de adoção	Algodão e hortícolas	Micro irrigação	205 A e NA	Teste de hipótese (qui-quadrado)	Idade (-); educação (+); extensão rural (+); tamanho da propriedade (+); acesso à mídia de massa (+); maior status econômico do produtor (+).
(26)	Irã	Afrakhteh et al. (2015)	Adoção	N/I	Gotejo	140 A e NA	Logit	Agricultura como a principal fonte de renda (+); extensão rural (+); tamanho da área cultivada (+); acesso a fontes de água (+); educação (+); água não salina (+).
(27)	Brasil	Ferreira (2015)	Adoção	N/I	Irrigação*	5.507 A e NA	Modelo Autorregressivo (SAR)	Experiência (+); acesso à informação de vizinhos (+); proximidade geográfica entre adotantes (+); educação (+); percentual da renda gerado por atividade agrícola (+); área cultivada (+); terra arrendada (+).
(28)	Índia	Singh et al. (2015)	Adoção	N/I	Micro irrigação	350 A e 350 NA	Logit	Renda total (+); área total (+); idade (+); força da bomba (+); educação (+).
(1)	Brasil	Rossi et al. (2015)	Adoção	Laranja	Aspersão e micro irrigação	34 A e 64 NA	Logit	Número de variedades de citros (+); renda da citricultura (+); assistência técnica paga (+); educação (+).
(2)	Brasil	Rossi et al. (2016)	Adoção	Laranja	Aspersão e micro irrigação	34 A e 64 NA	Probit	Número de variedades de citros (+); renda da citricultura (+); número de ferramentas de gestão (+); assistência técnica paga (+); experiência na atividade (-).

Fonte: elaborada pela autora com dados de Kulshreshtha e Brown (1993), Dev e Hossam (1996), Skaggs (2001), Negri et al. (2005), Kulecho e Weatherhead (2006), Ekanayake et al. (2007) He et al. (2007), Torkamani e Shajari (2008), Savage e Brozović (2009), Musara et al. (2010), Alcon et al. (2011), Bagheri e Ghorbani (2011), Genius et al. (2012), Kamwamba-Mtethiwa et al. (2012), Shang et al. (2012), Vaezi e Daran (2012), Getacher et al. (2013), Karpagam et al. (2013), Kiruthika (2013/2014), Shahzadi (2013), Amini (2014), Cremades et al. (2014), Cunha et al. (2014), Vermani et al. (2014), Afrakhteh et al. (2015), Ferreira (2015), Rossi et al. (2015; 2016), Singh et al. (2015).

\* O estudo não especificou o tipo de sistemas de irrigação adotado.

N/I = Não informado no estudo.

As próximas subseções discorrem sobre os condicionantes da adoção e da intensidade de adoção de irrigação que foram identificados nos 28 estudos da RBS e nos dois estudos complementares utilizados. Pelo fato de muitos determinantes afetarem tanto a decisão de adotar a irrigação, como a decisão em relação à intensidade de adoção, eles serão abordados conjuntamente. Essa revisão bibliográfica norteou a elaboração das hipóteses do presente trabalho que serão apresentadas na seção 6.2.

### **6.1.1. Acesso e fontes de informação**

Nos modelos de difusão de tecnologia apresentados no capítulo 2, pode-se observar que a informação sobre uma tecnologia apresenta-se como um dos principais fatores que influencia a sua adoção, contribuindo para aumentar os conhecimentos sobre a mesma, reduzindo as incertezas acerca dos benefícios, impactos e retornos da sua adoção. Devido à dificuldade em se quantificar a informação, ela pode ser caracterizada pelo acesso a partir de uma determinada fonte (ANTOLINI, 2015). Nos modelos epidêmicos e de Bass (1969), são evidenciadas, especialmente, duas fontes de informação: interna e externa. A primeira caracteriza-se pelo contato de potenciais adotantes com os usuários da tecnologia, enquanto que a segunda caracteriza-se pela informação obtida por meio de comunicação e propaganda em massa.

No Brasil, a adoção de irrigação por produtores de diferentes municípios foi positivamente influenciada pela transmissão de informação entre regiões vizinhas. A proximidade geográfica permite uma maior interação entre os usuários e potenciais adotantes de uma tecnologia, capaz de influenciar as suas escolhas a favor da adoção. Essa interação promove o chamando efeito de transbordamento (*spillover*) tecnológico (FERREIRA, 2015). Esse mesmo efeito foi verificado por Genius et al. (2012) na adoção de irrigação por produtores de azeitonas da Grécia, em que a interação social entre os produtores impactou positivamente a adoção dessa tecnologia. Deste modo, um maior número de usuários de irrigação (*stock*) nas proximidades induz a adoção mais rápida de irrigação. Ainda segundo esses autores, tanto os canais de informação formais, por exemplo, os agentes de extensão, como os informais, representados por outros produtores, são complementares para o provimento de informação aos agricultores. Os extensionistas fornecem as informações relativas aos aspectos físicos da nova tecnologia (“*hardware*”) e os produtores fornecem informações de como operá-la de forma eficaz (“*software*”). A transmissão desse tipo de informação por indivíduos com interesses semelhantes e que utilizam linguagem do dia-a-dia

e exemplos de experiência diária (*learning-by-using*), pode ser bastante efetiva para a adoção de uma tecnologia (ANDERSON et al., 1999).

Além dessas fontes, outras podem ser consideradas importantes para a obtenção de informação sobre uma tecnologia e, assim, acelerar a sua adoção e difusão. Bagheri e Ghorbani (2011) identificaram que o uso de literatura especializada no tema, como livros e outras publicações, influenciou a adoção de irrigação por aspersão por produtores localizados no Irã. Esses mesmos autores ressaltam que as competências e habilidades no uso desses materiais, também podem ser consideradas importantes determinantes no processo de adoção da tecnologia. Adicionalmente, Cunha et al. (2014) mostraram que produtores brasileiros com acesso à *internet* têm maior probabilidade de adoção de irrigação.

O acesso à informação também afeta positivamente a intensidade com que um sistema de irrigação é adotado nas propriedades. Um estudo conduzido por Vermani et al. (2014) identificou alta associação entre a extensão de área utilizada com gotejo nas propriedades e o maior acesso à mídia de massa por produtores localizados na Índia.

### **6.1.2. Rede de relacionamento do produtor**

O conhecimento adquirido sobre uma nova tecnologia é um componente fundamental para os processos de adoção e difusão da mesma, como já enfatizado. Entretanto, de acordo com Geroski (2000), esse tipo de informação pode não ser suficiente para estimular esses processos, sendo necessário que haja um aprofundamento da transmissão de informação por meio de contatos pessoais tanto com outros usuários da tecnologia, como com agentes que dominem o conhecimento específico sobre a nova tecnologia. A adoção de irrigação, como comprovado por Genius et al. (2012) e Ferreira (2015), é bastante influenciada por esses canais de comunicação.

O contato com usuários de uma tecnologia pode ocorrer tanto por proximidade geográfica, como por meio de arranjos organizacionais (formais e informais) da agricultura, como cooperativas, associações e *pools* de produtores. Segundo o estudo de Alcon et al. (2011), produtores da Espanha que participavam de cooperativas, adotavam irrigação por gotejo mais rapidamente do que produtores que não participavam. O mesmo impacto foi verificado por Kulshreshtha e Brown (1993) com produtores do Canadá que participavam de organizações específicas da agricultura. Segundo esses autores, os produtores participantes adotavam irrigação por serem progressistas e mais bem informados do que os que não estavam vinculados a essas organizações.

Karpagam et al. (2013) identificaram que os impactos positivos da participação em uma cooperativa na adoção de irrigação, incluindo a transmissão de informação entre os agricultores, também são verificados quando existe cooperação com outros agentes da cadeia. Segundo esses autores, produtores de cana-de-açúcar da Índia que também cooperavam e interagiam com fábricas de açúcar e fornecedores de insumos tinham maior probabilidade de adotar irrigação.

### **6.1.3. Serviço de assistência técnica e capacitação do produtor**

Os serviços de assistência técnica também podem se constituir em um importante canal de comunicação para a obtenção de informações sobre uma nova tecnologia. No Brasil, esse tipo de serviço pode ser realizado por agências governamentais, organizações não governamentais, empresas privadas, entre outros. A orientação técnica oferecida por agências governamentais foi de grande importância para a modernização da agricultura nas décadas de 70 e 80. Entretanto, no Brasil, esse tipo de serviço deteriorou-se nos últimos anos devido, entre outros motivos, às restrições orçamentárias do Estado, passando a dar espaço para o setor privado, incluindo as empresas de insumos e organizações de classe da agricultura, como cooperativas e associações (SOUZA FILHO, 1997; 2001; VINHOLIS, 2013).

Os trabalhos de Cunha et al. (2014) e Ferreira (2015) estudaram a influência do recebimento de orientação técnica por produtores na adoção de irrigação no Brasil. Cunha et al. (2014) identificaram uma influência positiva dessa variável na adoção de irrigação, porém não analisaram os impactos na adoção dessa tecnologia quanto ao tipo de agente provedor. Ferreira (2015) aprofundou essas análises ao estudar o impacto da orientação técnica oferecida por diversos agentes na adoção de irrigação. Essa autora constatou um impacto negativo da orientação oferecida por cooperativas rurais na adoção de irrigação e impactos positivos da orientação oferecida por órgãos governamentais e empresas privadas. De acordo com essa autora, o impacto negativo da assistência técnica oferecida por cooperativas na adoção de irrigação pode estar associado à baixa qualidade dos serviços prestados aos produtores rurais, no que tange ao desenvolvimento de projetos e sua difusão aos produtores. O impacto positivo da assistência técnica oferecida por órgãos governamentais de pesquisa e extensão e empresas privadas indica a importância do conhecimento técnico e específico para a adoção de irrigação. Todavia, verificou-se um impacto maior da orientação técnica oferecida por empresas privadas do que a orientação de origem governamental. Uma possível explicação para esse fato pode estar relacionada à formação inadequada dos técnicos que oferecem esses serviços, prejudicando a transmissão de conhecimento aos produtores

(SOUZA FILHO et al., 2011; FERREIRA, 2015). Os estudos de Rossi et al. (2015; 2016) também identificaram um impacto positivo da utilização de assistência técnica paga na adoção de irrigação por citricultores localizados no centro-norte de São Paulo.

Estudos conduzidos na Grécia, China, Espanha, Índia, Irã e EUA, também comprovaram o efeito positivo do recebimento de informação de pessoal especializado na agricultura, na adoção de diferentes sistemas de irrigação por agricultores (SKAGGS, 2001; HE et al., 2007; ALCON et al., 2011; GENIUS et al., 2012; VAEZI e DARAN, 2012; KIRUTHIKA, 2013/2014; CREMADES et al., 2014; AFRAKHITEH et al., 2015). Segundo He et al. (2007), o contato com extensionistas permite aos produtores obter informações sobre a tecnologia mais facilmente, podendo também ser um canal de acesso às demonstrações práticas das mesmas (dias de campo), que têm se mostrado eficazes na adoção de irrigação. O efeito positivo desse tipo de capacitação na adoção de irrigação também foi verificado por Musara et al. (2010) e Vaezi e Daran (2012). Segundo esses autores, produtores localizados no Zimbábue e Irã, respectivamente, que receberam treinamento no uso de sistemas de irrigação, apresentaram maior probabilidade de adotá-los, pois adquiriram maior habilidade em obter e usar informações sobre a tecnologia. Deste modo, a assistência técnica contribui não só para difundir entre os produtores a irrigação, mas para capacitá-los no seu uso, aumentando as chances que a mesma seja adotada.

A intensidade na qual a irrigação é adotada nas propriedades agrícolas também é afetada positivamente pelo acesso a serviços de assistência técnica. Dev e Hossam (1996) identificaram que produtores de Bangladesh que gastavam mais dinheiro com esse tipo de serviço, adotavam mais intensivamente a irrigação em suas fazendas. Vermani et al. (2014) verificaram uma associação forte entre o recebimento de extensão rural e altos níveis de irrigação por gotejo por produtores da Índia. Do mesmo modo, Cremades et al. (2014) identificaram que produtores chineses que tinham acesso à extensão rural intensificavam mais o uso de irrigação em suas propriedades.

#### **6.1.4. Nível de escolaridade do produtor**

Além do acesso à informação, outros fatores podem afetar a adoção de uma tecnologia. Os modelos que se desenvolveram posteriormente aos modelos epidêmicos demonstraram o papel importante que as diferentes características dos potenciais adotantes exercem sobre a adoção de uma tecnologia, especialmente quando a informação sobre a mesma é amplamente difundida. Esse conjunto de variáveis ajuda a explicar os motivos pelos quais um produtor adota determinada tecnologia e seu vizinho, sob as mesmas condições

edafoclimáticas, não a adota (CONCEIÇÃO et al., 2006). Deste modo, as características relacionadas aos produtores, às suas propriedades e aos seus sistemas de produção configuram-se como fontes de heterogeneidade que podem afetar diretamente a adoção de uma tecnologia.

Os fatores relacionados ao capital humano compreendem o conjunto de competências, conhecimentos, experiências, capacidades e atributos de personalidade de uma pessoa que favorece a realização de um trabalho (MIZUMOTO, 2009). De acordo com Negri et al. (2005), a prática da irrigação exige habilidades gerenciais elevadas e o nível de educação dos produtores funciona como uma boa *proxy* para identificar essas capacidades. Além disso, é uma tecnologia intensiva em conhecimentos técnicos (FERREIRA, 2015). Deste modo, diversos autores na literatura nacional e internacional identificaram impacto positivo do nível de escolaridade dos produtores na adoção de irrigação (KULSHRESHTHA e BROWN, 1993; NEGRI et al., 2005; HE et al., 2007; TORKAMANI e SHAJARI, 2008; GOLLA, 2010; ALCON et al., 2011; BAGHERI e GHORBANI, 2011; GENIUS et al., 2012; KAMWAMBA-MTETHIWA et al., 2012; SHANG et al., 2012; VAEZI e DARAN, 2012; GETACHER et al., 2013; SHAHZADI, 2013; CREMADES et al., 2014; CUNHA et al., 2014; AFRAKHTEH et al., 2015; FERREIRA, 2015; ROSSI et al., 2015; SINGH et al., 2015).

Os produtores que possuem níveis maiores de escolaridade provavelmente possuem as habilidades gerenciais e técnicas necessárias para utilizar a irrigação corretamente, por isso, possuem maior probabilidade em adotar essa tecnologia (CUNHA et al., 2014; ROSSI et al., 2015). Segundo Bagheri e Ghorbani (2011), a educação aumenta a capacidade de aquisição de informação dos produtores que, mais bem informados sobre as vantagens e desvantagens do uso de irrigação, têm maior probabilidade de tomar uma decisão em favor de sua adoção. Além do conhecimento sobre as vantagens da utilização de irrigação, produtores com maiores níveis de escolaridade também detêm mais informação sobre a produção agropecuária (SHAHZADI, 2013). Getacher et al. (2013) ainda argumentam que produtores mais escolarizados têm maior probabilidade de assimilar melhor as informações transmitidas por extensionistas e, assim, adotar irrigação. Rossi et al. (2015) identificaram que citricultores do centro-norte do Estado de São Paulo que possuíam mais anos de escolaridade tinham mais chances de adotar irrigação em seus pomares em relação àqueles que possuíam um nível educacional menor.

A rapidez com que a irrigação é adotada por agricultores também é afetada positivamente pela escolaridade dos mesmos. Genius et al. (2012) identificaram que agricultores espanhóis que possuíam menos de nove anos de educação formal, demoravam mais tempo para adotar irrigação nos seus pomares de oliveiras, já os produtores que estavam acima desse nível crítico, adotavam essa tecnologia mais rapidamente.

A quantidade da área cultivada que é alocada para o uso de irrigação na propriedade também sofre influência do nível educacional dos agricultores. Vermani et al. (2014) verificaram uma forte correlação entre produtores da Índia que possuíam ensino superior e outras formações mais avançadas, com alta intensidade de utilização de irrigação em suas propriedades. O estudo de Cremades et al. (2014) mostrou que produtores com maiores níveis de educação implementavam irrigação em maior proporção da área cultivada de suas propriedades.

#### **6.1.5. Experiência do produtor**

A experiência do produtor também é um componente do capital humano, como apontado por Mizumoto (2009). Na literatura que analisa a adoção de tecnologias, a experiência do produtor é medida tanto em anos na atividade agrícola, como por meio do uso da variável “idade” como *proxy*. Porém, não há na literatura, um consenso sobre o seu impacto na adoção. No caso da irrigação, verificou-se tanto um impacto positivo da experiência na atividade, como apontado por Ferreira (2015), como negativo, como apontado por Kiruthika (2013/2014) e Rossi et al. (2016).

De acordo com Ferreira (2015), produtores brasileiros com mais de 10 anos de experiência na atividade agropecuária apresentavam maior probabilidade em adotar irrigação. A maior tradição na atividade, provavelmente, lhes conferia melhor capacidade de gerenciamento e maior interesse em adotar tecnologias no campo que pudessem aumentar a eficiência na gestão dos recursos de sua atividade produtiva. Em contrapartida, Kiruthika (2013/2014) argumenta que produtores com menos experiência são mais propensos a serem tomadores de risco (*risk takers*), tendo maior probabilidade de adotar irrigação. Ademais, a adoção de irrigação pode exigir outras habilidades além das obtidas com a experiência diária na atividade, como por exemplo, habilidades gerenciais (ROSSI et al., 2016).

A experiência do produtor pode se relacionar tanto com os anos de trabalho na atividade, como com a experiência prévia com a tecnologia adotada. Nesse sentido, os trabalhos de Kulecho e Weatherhead (2006), Golla (2010) e Alcon et al. (2011) identificaram uma relação positiva entre a experiência prévia com irrigação e sua adoção por produtores do



Quênia, Etiópia e Espanha, respectivamente. Para Alcon et al. (2011), os produtores que possuem esse tipo de experiência são mais familiarizados com a tecnologia e possuem maior conhecimento prático sobre a mesma, o que reduz as suas incertezas sobre os benefícios e consequências de sua adoção. No seu estudo, produtores que testaram a irrigação em parte da propriedade, adotaram-na mais rapidamente do que aqueles que não tiveram nenhum tipo de experiência anterior com essa tecnologia.

#### **6.1.6. Idade e gênero do chefe de família**

A idade do produtor, como mostrado, pode funcionar como uma boa *proxy* para medir os anos de experiência na agricultura, mas também pode ser utilizada como uma *proxy* para medir características comportamentais e de capacidade de processamento de informação dos indivíduos (VINHOLIS, 2013). Na literatura, a idade dos produtores apresentou impacto positivo na adoção de irrigação de acordo com Skaggs (2001), Golla (2010), Cunha et al. (2014) e Singh et al. (2015). Entretanto, essa variável apresentou um impacto negativo na adoção de acordo com Kulshreshtha e Brown (1993), Negri et al. (2005), He et al. (2007), Torkamani e Shajari (2008), Musara et al. (2010), Alcon et al. (2011), Genius et al. (2012), Kamwamba-Mtethiwa et al. (2012), Shang et al. (2012), Vaezi e Daran (2012), Shahzadi (2013), Kiruthika (2013/2014) e Cremades et al. (2014).

De acordo com Golla (2010), os produtores mais velhos geralmente são donos de seus estabelecimentos e, por isso, têm maior probabilidade de adotar irrigação. A idade dos produtores pode impactar negativamente a adoção de irrigação, pois produtores mais velhos são, geralmente, mais avessos ao risco e mais conservadores, não aceitando muito bem novas ideias, se restringindo aos seus hábitos tradicionais (MUSARA et al., 2010; VAEZI e DARAN, 2012). Além disso, produtores mais jovens podem deter maior conhecimento sobre o uso e operacionalização da tecnologia de irrigação e, assim, adotam-na mais rapidamente em suas propriedades do que produtores mais velhos (ALCON et al., 2011). Kulshreshtha e Brown (1993) enfatizaram que produtores mais velhos podem não ter uma orientação produtiva voltada para o crescimento (*growth-oriented*) como os produtores que estão iniciando sua vida na atividade agrícola e, por isso, não investem em novas em tecnologias. Adicionalmente, Vermani et al. (2014) identificaram que produtores jovens e de meia idade da Índia detinham maiores proporções irrigadas de terra em suas propriedades, indicando um efeito negativo da idade na intensidade de adoção de irrigação.

A idade também pode impactar o uso de irrigação de outras formas. Alguns sistemas de irrigação são mais intensivos no uso de mão-de-obra e demandam esforços físicos na sua

operacionalização. Nesse sentido, Kamwamba-Mtethiwa et al. (2012) identificaram que produtores mais velhos do Malawi tinham menor probabilidade de adotar irrigação por pedal móvel, devido à força física necessária para sua utilização. Ao contrário, a adoção de alguns sistemas de irrigação que são menos intensivos em mão-de-obra é afetada pelo gênero do chefe de família, como apontando por Musara et al. (2010). Segundo esses autores, propriedades administradas por mulheres no Zimbábue tinham maior probabilidade de adotar micro irrigação, devido ao menor uso de mão-de-obra para a operacionalização desses sistemas.

### **6.1.7. Renda e condição fundiária do produtor**

Dado o alto custo de adoção de algumas tecnologias agrícolas, a disponibilidade de capital pode também distinguir os adotantes dos não adotantes das mesmas. A irrigação caracteriza-se por ser uma tecnologia que exige grande aporte de investimento para sua implementação e manutenção. Na literatura que analisou a adoção de irrigação, o nível de capitalização de um produtor foi medido utilizando diversas variáveis como *proxy*, incluindo o *status* social e econômico do produtor, a sua quantidade de bens e a sua renda anual. Essas variáveis apresentaram impacto positivo na adoção de irrigação (SAVAGE e BROZOVIĆ, 2009; MUSARA et al., 2010; KAMWAMBA-MTETHIWA et al., 2012; SHAHZADI, 2013; CREMADES et al., 2014; CUNHA et al., 2014; SINGH et al., 2015) e também na intensidade de adoção dessa tecnologia (CREMADES et al., 2014; VERMANI et al., 2014).

Musara et al. (2010) mostraram que produtores que possuíam *status* social mais elevado no Zimbábue tinham maior probabilidade de adotar irrigação. Em um estudo com produtores da Índia, o *status* econômico se mostrou fortemente correlacionado com a intensidade de adoção de irrigação (VERMANI et al., 2014). No Malawi e na China, quanto maior a posse de bens, maior era a probabilidade dos produtores de adotar irrigação (KAMWAMBA-MTETHIWA et al., 2012; CREMADES et al., 2014). Segundo Cremades et al. (2014), a posse de bens da família e da propriedade também afetou positivamente a proporção de área irrigada dos produtores chineses. Outra forma de se medir o nível de capitalização dos produtores é através da sua renda anual. Savage e Brozović (2009), Shahzadi (2013), Cunha et al. (2014) e Singh et al. (2015) identificaram que produtores cujas rendas anuais eram mais elevadas, tinham maior probabilidade de adotar sistemas de irrigação nos EUA, Irã, Brasil e Índia, respectivamente.

A origem da renda, entretanto, tem apresentado impactos diferentes no processo de adoção de irrigação. Kamwamba-Mtethiwa et al. (2012) e Cremades et al. (2014) mostraram

que quanto maior a porcentagem da renda obtida por meio de atividades não agrícolas, maior a probabilidade de adoção de irrigação, pois à medida que a atividade agrícola vai deixando de ser a atividade na qual os produtores mais dependem financeiramente, eles se sentem mais seguros para correr riscos ao investir em novas tecnologias. Em contrapartida, segundo Negri et al. (2005), Shang et al. (2012), Afrakhteh et al. (2015) e Ferreira (2015), produtores cuja renda advém majoritariamente da agricultura, têm maior probabilidade de investir em irrigação com o intuito de evitar possíveis riscos à produção causados por falta de água. Negri et al. (2005) ainda argumentam que produtores que são fazendeiros em tempo parcial, têm menor probabilidade de arcar com os custos e necessidades gerenciais de um sistema de irrigação. Os estudos conduzidos por Rossi et al. (2015; 2016) identificaram que citricultores do centro-norte de São Paulo que obtêm a maior parte de sua renda da atividade citrícola têm maior probabilidade de adotar irrigação em seus pomares, dado que a alta dependência da atividade pode levar à necessidade de um aumento na eficiência técnica do sistema produtivo, o que pode induzir a adoção de tecnologias capazes de proporcionar esse aumento, como comprovado por Carrer (2015).

Além do capital necessário ao investimento, a adoção de irrigação também é influenciada pela condição fundiária do produtor. Os estudos de Golla (2010), Vaezi e Daran (2012) e Shahzadi (2013) mostraram que produtores que são donos de suas propriedades têm maior probabilidade de adoção de irrigação. De acordo com Cremades et al. (2014), os proprietários adotam irrigação em maior área de suas propriedades. A posse da terra pode conferir aos seus proprietários maior confiança tanto para investir na produção, como para receber os retornos do investimento (SOUZA FILHO, 2010). Entretanto, Ferreira (2015) identificou um resultado contraditório em seu trabalho. Segundo essa autora, os produtores brasileiros cujas terras eram arrendadas tinham maior probabilidade de adoção de irrigação. De acordo com essa autora, uma explicação plausível é que as terras arrendadas seriam mais produtivas do que as próprias terras dos produtores, justificando o investimento.

#### **6.1.8. Atitude frente ao risco**

De acordo com Rubas (2004), é bastante difícil mensurar a atitude frente ao risco de um produtor e os estudos que de alguma forma buscaram associar essa variável com a adoção de tecnologia, identificaram impactos contraditórios. A falta de experiência com uma nova tecnologia pode aumentar os riscos associados a uma implementação má sucedida da mesma, desencorajando a sua adoção por produtores mais avessos ao risco. Por outro lado, quando a

adoção de uma tecnologia reduz riscos, produtores mais avessos ao risco tendem a tomar uma decisão a favor de sua adoção (KAY et al., 2008).

Torkamani e Shajari (2008), Genius et al. (2012) e Vaezi e Daran (2012) associaram a atitude frente ao risco com a disponibilidade de água. Segundo esses autores, quanto mais avessos ao risco em relação à falta de água, maior era a probabilidade dos produtores em adotar irrigação, pois se reduziam os riscos relativos à queda de produção e, conseqüentemente, de lucratividade. No estudo de Genius et al. (2012), os autores também relacionaram a atitude frente ao risco com variações na lucratividade de produtores de azeitonas na Grécia. Quanto maior a variação nos lucros, menor era o tempo que os produtores levavam para adotar irrigação.

#### **6.1.9. Características físico-ambientais da propriedade rural**

As condições climáticas (precipitação e temperatura), agronômicas (tipos de solos e topografia) e físicas (acesso/disponibilidade de água) variam de uma microrregião para outra e, em alguns casos, até mesmo entre propriedades dentro de uma mesma microrregião, interferindo no desenvolvimento da produção agrícola e na adoção de novas tecnologias no campo (SOUZA FILHO et al., 2011). Os trabalhos de Ferreira (2015) e de Cunha et al. (2014) exploraram, entre outros fatores, a influência da quantidade de chuvas e da temperatura na adoção de irrigação no Brasil. Segundo esses autores, quanto maior a variabilidade da distribuição de chuvas e de temperaturas ao longo do ano, maior a probabilidade de adoção de irrigação. Torkamani e Shajari (2008), Savage e Brozović (2009) e Cremades et al. (2014) identificaram que menores índices pluviométricos anuais impactavam positivamente a adoção de irrigação por produtores iranianos, norte-americanos e chineses, respectivamente. Torkamani e Shajari (2008) e Savage e Brozović (2009) também constataram que altas temperaturas afetavam de forma positiva a adoção de irrigação. Todos esses resultados são bastante plausíveis, pois a adoção de irrigação pode se configurar como uma estratégia para mitigar a escassez de água em alguns locais, permitindo a sua adaptação à agricultura. Além disso, essas informações complementam os resultados encontrados por Torkamani e Shajari (2008), Genius et al. (2012) e Vaezi e Daran (2012) de que produtores que adotam irrigação são mais avessos ao risco em relação à falta de água para a produção agrícola.

Além da disponibilidade de água da chuva, muitos estudos indicaram que produtores que têm maior acesso e estão mais próximos a fontes de água (águas subterrâneas, rios, lagos, riachos, córregos, tanques), têm maior probabilidade em adotar irrigação (NEGRI et al., 2005; HE et al., 2007; GOLLA, 2010; ALCON et al., 2011; BAGHERI e GHORBANI, 2011;

VAEZI e DARAN, 2012; GETACHER et al., 2013; CREMADES et al., 2014; CUNHA et al., 2014; AFRAKHTEH et al., 2015; SINGH et al., 2015) e irrigam maior área de suas propriedades (CREMADES et al., 2014). De acordo com Afrakhteh et al. (2015), a qualidade da água também pode afetar a adoção de irrigação. Segundo esses autores, produtores do Irã que tinham acesso à águas não salinas, tinham maior probabilidade de adotar irrigação por microaspersão. O alto teor de sal na água de irrigação pode provocar danos aos sistemas, como entupimentos, prejudicando a sua operacionalização de modo eficaz.

Além de fatores climáticos, a adoção de irrigação também pode ser afetada por condições agrônômicas das propriedades, como os tipos de solos e sua topografia. Negri et al. (2005) e Cremades et al. (2014) verificaram que produtores dos EUA e China, respectivamente, cujas propriedades localizavam-se em solos muito argilosos ou muito arenosos, tinham menor probabilidade de adoção de irrigação e adotavam-na em menor área de suas propriedades. Tal fato justifica-se pela baixa capacidade de retenção de água pelos solos muito arenosos e pela baixa impermeabilidade dos solos muito argilosos, reduzindo a eficácia da aplicação de água por irrigação, tornando o investimento menos viável. Solos mais planos (menos inclinados) facilitam a adoção de sistemas de irrigação (NEGRI et al., 2005) e permitem a expansão para uma área maior da propriedade, pois favorecem a implementação desses sistemas (CREMADES et al., 2014). Outra característica dos solos que pode afetar a adoção de sistemas de irrigação é a sua salinidade. De acordo com Cremades et al. (2014), propriedades que possuem solos com alto teor de sais, são mais propensas a adotar irrigação, pois essa tecnologia pode ajudar a reduzir os impactos da salinização para o desenvolvimento das plantas.

O conjunto de características físicas, topográficas e de fertilidade do solo determina o seu potencial agrícola. Nesse sentido, o estudo de Cunha et al. (2014) verificou que solos com baixo potencial agrícola no Brasil, apresentavam menor probabilidade de adotar irrigação. Acredita-se que nessas áreas, não é viável o investimento em tecnologias custosas, como o caso da irrigação, pois a resposta das culturas em termos produtivos pode não ser suficiente para viabilizar o investimento.

#### **6.1.10. Localização da propriedade**

As condições de infraestrutura das regiões onde se localizam as unidades agrícolas são tão importantes para a adoção de tecnologias, quanto os fatores agrônômicos, climáticos e físicos das propriedades. De acordo com Buianain et al. (2002), propriedades que estão localizadas em regiões com agroindústrias, estradas, serviços e mercados desenvolvidos, têm

maior probabilidade de adotar tecnologias e explorar seus recursos, do que propriedades que se localizam em regiões de fronteira, que não usufruem das mesmas condições. No caso da adoção de irrigação, Golla (2010) mostrou que, na Etiópia, quanto mais distante era a propriedade agrícola da estrada principal, menor era a probabilidade dos produtores de adotar essa tecnologia. Os estudos de Kulshreshtha e Brown (1993) e Dev e Hossam (1996) mostraram que quanto maior era a quantidade de estradas pavimentadas próximas às propriedades de produtores de Bangladesh e do Canadá, respectivamente, maior era a probabilidade de adoção de irrigação e maior era a intensidade com que os mesmos a adotavam. O estudo de Vaezi e Daran (2012) apontou que quanto mais próximas eram as propriedades de centros que prestavam serviços agrícolas no Irã, maior era a probabilidade de adoção de irrigação.

Cabe ressaltar, ainda, que a localização das propriedades também pode interferir na adoção de irrigação, devido ao efeito de transbordamento tecnológico, como constatado por Ferreira (2015). O fato de os produtores serem mais propensos a adotar irrigação quando os seus vizinhos já a adotaram, está relacionado com o aprendizado social (*social learning*). Ao observar seus vizinhos usuários, muitos produtores podem atualizar a sua opinião sobre a tecnologia e utilizar essas informações para uma tomada de decisão em favor da adoção (FERREIRA, 2015). Esse mesmo efeito também foi observado por Genius et al. (2012), ao constatar que a proximidade de potenciais adotantes de irrigação com usuários acelerava a adoção dessa tecnologia.

#### **6.1.11. Tamanho e estrutura da produção agrícola**

O tamanho da propriedade pode ser apontado com uma das principais variáveis utilizadas para distinguir os adotantes de uma tecnologia dos não adotantes, como visto no modelo dos efeitos de classificação, proposto por David (1966). A importância dessa variável resulta da suposição de que grandes produtores possuem maior flexibilidade nas decisões referentes à sua produção oriunda, em muitos casos, de uma produção mais diversificada, além disso, possuem maiores oportunidades para testar novas práticas, maior acesso à informação e aos recursos discricionários, tais como capital e renda (SOUZA FILHO et al, 2011).

Na literatura que abordou a adoção de irrigação, além da área total dos empreendimentos rurais, o número de fragmentos de terra e a área com cultivos agrícolas foram utilizados como *proxies* para o tamanho das propriedades dos agricultores. Todas essas variáveis apresentaram impactos positivos na adoção (SKAGGS, 2001; NEGRI et al., 2005;

EKANAYAKE et al., 2007; BAGHERI e GHORBANI, 2011; KAMAWAMBA-MTETHIWA, 2012; SHANG et al., 2012; VAEZI e DARAN, 2012; SHAHZADI, 2013; AFRAKHTEH et al., 2015; FERREIRA, 2015; SINGH et al., 2015). Segundo Shang et al. (2012), quanto maior a área cultivada na propriedade, maiores são os riscos associados à produção e, por isso, os produtores estariam mais inclinados a adotar novas tecnologias. Além disso, propriedades maiores, geralmente, são mais capitalizadas, sendo capazes de arcar com os altos custos de investimento da irrigação (NEGRI et al., 2005). O tamanho da propriedade também afeta a intensidade de adoção de irrigação, como verificado por Vermani et al. (2014). Esses autores mostraram que grandes fazendas de produtores de algodão e hortícolas na Índia, possuíam maiores áreas irrigadas do que as pequenas fazendas. Tal questão pode estar relacionada com a capacidade de expansão da tecnologia oferecida pelas grandes propriedades em termos de espaço, como também pela possibilidade de geração de economias de escala com o aumento da área irrigada.

A adoção de irrigação também pode ser afetada pelas características do sistema produtivo, como o tipo de cultura, o adensamento das plantas, a diversificação das atividades agropecuárias e dos cultivos agrícolas, como verificado por Alcon et al. (2011), Genius et al. (2012), He et al. (2007) e Rossi et al. (2015; 2016). Alcon et al. (2011) mostraram que produtores de citros da Espanha adotavam irrigação por gotejo mais cedo devido ao fato dessa cultura caracterizar-se como um investimento de longo prazo. A adoção precoce otimizava o investimento no pomar, reduzindo as chances de perda de árvores, que demoravam de quatro a cinco anos para produzir. Genius et al. (2012) mostraram que propriedades produtoras de oliveiras da Grécia que possuíam alta densidade de árvores, adotavam irrigação mais rapidamente, buscando maior eficácia no uso de água. He et al. (2007) verificaram que quanto maior o número de cultivos plantados, maior a probabilidade de adoção de irrigação. Rossi et al. (2015; 2016) identificaram que citricultores de São Paulo que cultivavam maior número de variedades de laranja tinham maior probabilidade de adotar irrigação em seus pomares. Adicionalmente, Kulshreshtha e Brown (1993) mostraram que agricultores da Índia que também tinham atividade pecuária apresentavam maior probabilidade de adoção irrigação. Especificamente no caso da citricultura, os estudos de Rossi et al. (2015; 2016) identificaram, por meio de modelos *logit* e *probit*, que quanto maior era o número de variedades de laranja cultivadas nas propriedades, maior era a probabilidade dos citricultores de adotar irrigação em seus pomares.

### **6.1.12. Acesso a recursos financeiros e subsídios**

Devido ao fato da irrigação ser uma tecnologia que necessita de alto investimento para a sua implantação e manutenção, muitos produtores necessitam obter recursos de crédito. Nesse sentido, a literatura mostra que produtores que recebem crédito rural têm maior probabilidade de adotar irrigação em relação aos produtores que não têm acesso a esse tipo de financiamento (HE et al., 2007; ALCON et al., 2011; GETACHER et al., 2013; SHAHZADI, 2013). Além do crédito rural, o fornecimento de subsídios agrícolas para a aquisição de sistemas de irrigação também se constitui como um fator que afeta de forma positiva a adoção dessa tecnologia, como apontado por Vaezi e Daran (2012) e Cremades et al. (2014). Esses últimos autores também identificaram que o fornecimento desse tipo de subsídio também afeta positivamente a intensidade de adoção de irrigação nas propriedades agrícolas.

### **6.1.13. Gestão da propriedade**

A adoção de irrigação se caracteriza por ser um investimento de longo prazo (*long-term technology*), no qual um produtor enfrenta uma decisão que pode ser custosa para se reverter e que requer planejamento. Esse tipo de investimento pode promover um aumento da produtividade por área, mas também modifica os custos fixos e variáveis de um sistema de produção e, geralmente, requer o desembolso de recursos financeiros extras. Por isso, necessita de gerenciamento mais intensivo da produção para garantir retornos econômicos favoráveis (ANDERSON et al., 1999). O estudo de Wilson (2001) enfatizou que os ganhos econômicos advindos da adoção de irrigação por gotejo são superiores quando a mesma é combinada com práticas de gestão intensivas na propriedade, assim, essa interdependência deve ser abordada nos modelos que estudam a decisão de adoção de irrigação.

Milgrom e Roberts (1990) constataram que ocorrem complementariedades entre atividades devido à adoção de tecnologia. Essas complementariedades criam vantagens competitivas para uma firma, que funcionam como incentivos à adoção. Um estudo conduzido por Rossi et al. (2016) identificou que quanto maior o número de ferramentas de gestão maior a probabilidade de adoção de irrigação por citricultores localizados em São Paulo. Nesse sentido, a questão empírica que se propõe é que citricultores que adotam ferramentas de gestão que permitam o controle da produção e o controle de custos ou adotam outras tecnologias intensivas em gerenciamento, têm maior probabilidade de adotar irrigação em seus pomares.



#### **6.1.14. Mão-de-obra**

Características relacionadas à tecnologia também podem influenciar a adoção de irrigação. Algumas tecnologias de irrigação utilizam mais mão-de-obra do que outras e, nesse caso, a disponibilidade desse fator de produção afeta a adoção. Muitos estudos, que utilizaram o tamanho das famílias como *proxy* para medir a disponibilidade de mão-de-obra, mostraram que produtores que possuíam famílias maiores e, conseqüentemente, maior disponibilidade de mão-de-obra, adotavam irrigação (HE et al., 2007, BAGHERI e GHORBANI, 2011; VAEZI e DARAN, 2012). Os estudos de Getacher et al. (2013) e Singh et al. (2015) mostraram que quanto maior era a quantidade de adultos na família, maior a probabilidade de adoção de irrigação devido a maior disponibilidade de mão-de-obra ativa. De forma complementar, Shang et al. (2012) analisaram a qualidade da mão-de-obra disponível aos produtores e mostraram que quanto mais qualificada era a mesma, maior era a probabilidade de adoção de irrigação, devido ao fato dessa tecnologia exigir conhecimentos técnicos e gerenciais especializados para a sua implementação e operacionalização. A maior disponibilidade de mão-de-obra por área também afetou a intensidade de adoção de irrigação por produtores da Índia, segundo Dev e Hossam (1996). O preço dos salários da mão-de-obra também afeta a adoção de irrigação. De acordo Negri et al. (2012), quanto mais elevado era o salário dos trabalhadores, menor era a probabilidade de adoção de irrigação por produtores norte-americanos. O preço de outros *inputs*, como da água, também é capaz de afetar a adoção de irrigação como será detalhado na próxima subseção.

#### **6.1.15. Ambientes econômico e institucional**

O desempenho da atividade agrícola não é determinado somente por fatores controlados “porteira para dentro” das propriedades. A adoção de novas tecnologias também é afetada pelos contextos institucional e econômico nos quais a inovação será introduzida (SOUZA FILHO et al., 2010). No caso da adoção de irrigação, os incentivos econômicos fornecidos por meio do provimento de crédito rural e a assistência técnica oferecida por órgãos governamentais aos produtores também são fatores que influenciam diretamente a adoção dessa tecnologia, como mostrado por diversos estudos (SAVAGE e BROZOVIĆ, 2009; VAEZI e DARAN, 2012; GETACHER et al., 2013; SHAHZADI; 2013; CREMADES et al., 2014; CUNHA et al., 2014; SINGH et al., 2015). Em alguns países europeus, a política de preço da água de irrigação pode afetar a adoção de irrigação. Alcon et al. (2011) e Genius et al. (2012) mostraram que quanto maior era o preço cobrado pela água de irrigação, maior era a probabilidade de produtores adotarem irrigação por gotejo, inclusive de modo mais

rápido, visando a economia de água, com a consequente redução do custo de produção. O Brasil ainda não possui uma política de precificação pela água de irrigação. Assim, os custos para a implementação e manutenção de um sistema de irrigação no país, são mais fortemente influenciados pelos preços de outros fatores, principalmente da energia elétrica. Desde 2010, os produtores que utilizam energia elétrica para a irrigação no período de 21h30min e 6h30min, são cobrados por meio de uma tarifa diferenciada (tarifa verde) que prevê um desconto entre 60% e 70% no consumo de energia elétrica (ANEEL, Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010). Entretanto, mesmo com a possibilidade de redução nos custos com energia elétrica, esse fator ainda é responsável por grande parte dos custos variáveis de irrigação (VESCOVE e TURCO, 2010).

O ambiente institucional também pode criar percepções positivas ou negativas em relação ao futuro de uma atividade agrícola, fazendo com que os produtores elevem ou retraiam seus investimentos na produção. Skaggs (2001) verificou que ao final da década de 90, a produção de pimenta dos EUA estava atravessando uma série de problemas, como uma drástica redução da produção devido às condições climáticas desfavoráveis, aumento das importações de pimenta do México, falta de mão-de-obra para trabalhar no campo e uma possível proibição do uso de pesticidas na produção, no qual não havia substituto equivalente na época. Diante desse contexto, pesquisadores da área e produtores expressavam forte pessimismo em relação ao futuro desse setor. O seu estudo constatou que produtores que mantinham expectativas positivas em relação ao futuro da atividade tinham maior probabilidade de investir em irrigação.

#### **6.1.16. Comercialização e mecanismos de gestão de riscos**

As fontes de incerteza e risco na agricultura são muitas, incluindo condições climáticas, pragas e doenças, variações nos preços dos insumos e incertezas e riscos relacionados aos ambientes regulatório e institucional. Diversos mecanismos de gestão de riscos podem ser adotados pelos produtores visando reduzir a variabilidade da produção, estabilizar a renda ou garantir o recebimento de um preço mínimo pela produção, manter a flexibilidade nas decisões e melhorar a capacidade de gestão das propriedades (KAY et al., 2008).

A adoção de irrigação por citricultores pode ser considerada um mecanismo de gestão de riscos contra condições climáticas desfavoráveis que podem afetar a produção. Entretanto, assim como qualquer setor agrícola, a citricultura enfrenta ciclos de alta e baixa nos preços da caixa de laranja. Na citricultura, além da incerteza gerada pela variação dos preços e da

ausência de um mecanismo de precificação, há a incerteza resultante da relação conflituosa entre produtores e indústria processadora, por exemplo. Deste modo, a comercialização se caracteriza por ser um grande gargalo para o planejamento da produção citrícola. A grande maioria dos citricultores não conta com mecanismos endógenos e institucionais capazes de protegê-los contra resultados negativos na produção ou forte queda nos preços da caixa de laranja, o que pode afetar os seus investimentos na produção agrícola. Isto pode explicar, em parte, o fato de que produtores que adotam tecnologias mais intensivas em capital são também integrados às indústrias ou canais de comercialização mais estruturados, capazes de prover algum tipo de garantia para a comercialização da produção (SOUZA FILHO et al., 2011).

Extrapolando para outros setores agrícolas, o uso de mecanismos de gestão de riscos na comercialização da produção, tais como os contratos, tem se mostrado com um fator determinante para a adoção de tecnologias. Um estudo conduzido por Vinholis (2013) identificou que pecuaristas brasileiros que adotavam contratos na venda do boi gordo para os frigoríficos, tinham mais chances de implementar certificação em seu rebanho. Deste modo, a questão empírica que se coloca é que os citricultores que adotam mecanismos de gestão de riscos na comercialização da laranja são mais propensos a adotar irrigação em seus pomares.

#### **6.1.17. Comportamento diante de uma nova tecnologia**

De acordo com Rogers (1983), as inovações tecnológicas apresentam atributos característicos. Os potenciais adotantes, ao avaliar uma nova tecnologia, criam percepções sobre esses atributos que servirão de base no processo de decisão de adoção de uma tecnologia. Os seguintes atributos são apontados pelo autor: vantagem relativa (*relative advantage*), compatibilidade (*compatibility*), complexidade (*complexity*), testabilidade (*trialability*) e observabilidade (*observability*). Entre esses atributos, a vantagem relativa, caracterizada pelo grau em que uma nova tecnologia é considerada melhor que as opções disponíveis, se mostrou um fator importante para a adoção de irrigação.

Kulshreshtha e Brown (1993) mostraram que produtores da Índia que percebiam a irrigação como uma tecnologia capaz de proporcionar vantagens econômicas (aumento de lucratividade e estabilização de renda) e ambientais (redução da erosão e salinidade dos solos e do período de repouso do solo – *summerfallow*), possuíam maior probabilidade de adoção de irrigação. Amici (2014) também identificou uma alta correlação entre percepções positivas sobre os efeitos positivos da irrigação por gotejo (economia de água, redução de custos com mão-de-obra, redução da erosão do solo, entre outros) e sua adoção por produtores de ameixas do Irã. Nesse mesmo país, um estudo de Vaezi e Daran (2012), verificou que produtores que

acreditavam que a adoção de irrigação poderia gerar efeitos positivos, tinham maior probabilidade em adotá-la. He et al. (2007) também identificaram um impacto favorável à adoção de irrigação por produtores chineses que possuíam atitudes positivas em relação a mesma. Por outro lado, Kulshreshtha & Brown (1993) observaram que os efeitos decorrentes de percepções positivas na adoção de irrigação por si só não são suficientes para explicar o comportamento de adoção dos produtores; entretanto, quando associados com outros potenciais determinantes, como as características dos produtores e das propriedades, podem ser complementos importantes para a análise do processo de adoção.

## **6.2. Hipóteses da pesquisa**

As hipóteses sobre os determinantes da adoção de irrigação pelos citricultores do centro-norte do Estado de São Paulo foram elaboradas, especialmente, com base na análise dos diversos estudos da literatura. A Tabela 9 apresenta uma síntese dos determinantes encontrados por meio da RBS e dos dois estudos complementares utilizados, que foram detalhados na seção 6.1. Além desses estudos, a revisão envolvendo o CAI citrícola paulista (capítulo 4) também ajudou na elaboração das hipóteses.

**Tabela 9** – Determinantes da adoção e da intensidade de adoção de irrigação de acordo com a literatura abordada pela RBS.

Determinantes identificados na RBS	Impactos		Autor (es)
	Adoção	Intensidade de adoção	
<b>ACESSO À INFORMAÇÃO</b>			
Outros produtores	(+)		GENIUS et al. (2012); FERREIRA (2015)
Literatura especializada (livros e outras publicações)	(+)		BAGHERI e GHORBANI (2011)
<i>Internet</i>	(+)		CUNHA et al. (2014)
Mídias de comunicação e propaganda de massa		(+)	VERMANI et al. (2014)
Rede de relacionamentos	(+)		KULSHRESHTHA e BROWN (1993); ALCON et al. (2011); KARPAGAM et al. (2013)
Empresa privada ou consultores autônomos	(+)		FERREIRA (2015); ROSSI et al. (2015; 2016)
Cooperativa	(-)		FERREIRA (2015)
Assistência técnica			
Governamental	(+)		FERREIRA (2015)
Pessoal especializado na agricultura	(+)		SKAGGS (2001); HE et al. (2007); ALCON et al. (2011); GENIUS et al. (2012); VAEZI e DARAN (2012); KIRUTHIKA (2013/2014); CREMADES et al. (2014); CUNHA et al. (2014)
		(+)	DEV e HOSSAM (1996); VERMANI et al. (2014)
<b>CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTORES</b>			
Treinamento	(+)		HE et al. (2007); MUSARA et al. (2010); VAEZI e DARAN (2012)
Nível de escolaridade	(+)		KULSHRESHTHA e BROWN (1993); NEGRI et al. (2005); HE et al. (2007); TORKAMANI e SHAJARI (2008); GOLLA (2010); ALCON et al. (2011); BAGHERI e GHORBANI (2011); GENIUS et al. (2012); KAMWAMBA-MTETHIWA et al. (2012); SHANG et al. (2012); VAEZI e DARAN (2012); GETACHER et al. (2013); SHAHZADI (2013); CREMADES et al. (2014); CUNHA et al. (2014); AFRAKHTEH et al. (2015); FERREIRA (2015); ROSSI et al. (2015); SINGH et al. (2015)
		(+)	CREMADES et al. (2014); VERMANI et al. (2014)
Experiência			
Na atividade	(+)		FERREIRA (2015)
Com a tecnologia	(-)		KIRUTHIKA (2013/2014); ROSSI et al. (2016)
	(+)		KULECHO e WEATHERHEADED (2006); GOLLA (2010); ALCON et al. (2011)
	(+)		GOLLA (2010); CUNHA et al. (2014); SINGH et al. (2015)
Idade	(-)		KULSHRESHTHA e BROWN (1993); NEGRI et al. (2005); HE et al. (2007); TORKAMANI e SHAJARI (2008); MUSARA et al. (2010); ALCON et al. (2011); GENIUS et al. (2012); KAMWAMBA-MTETHIWA et al. (2012); SHANG et al. (2012); VAEZI e DARAN (2012); SHAHZADI (2013); CREMADES et al. (2014)
		(-)	VERMANI et al. (2014)

(continua)

Determinantes identificados na RBS	Impactos		Autor (es)	
	Adoção	Intensidade de adoção		
<b>Gênero do chefe de família (mulher)</b>	(+)		MUSARA et al. (2010)	
<b>Nível de capitalização</b>	<i>Status social</i>	(+)	MUSARA et al. (2010)	
	<i>Status econômico</i>		(+)	VERMANI et al. (2014)
	<b>Posses da família e da propriedade</b>	(+)		KAMWAMBA-MTETHIWA et al. (2012); CREMADES et al. (2014)
			(+)	CREMADES et al. (2014)
<b>Renda</b>	<b>Receita/renda total</b>	(+)	SAVAGE e BROZOVIC (2009); SHAHZADI (2013); CUNHA et al. (2014); SINGH et al. (2015)	
	<b>Majoritariamente agrícola</b>	(+)	SHANG et al. (2012); AFRAKHTEH et al. (2015); FERREIRA (2015); ROSSI et al. (2015; 2016)	
<b>Condição fundiária</b>	<b>Majoritariamente não agrícola</b>	(+)	KAMWAMBA-MTETHIWA et al. (2012); CREMADES et al. (2014)	
	<b>Proprietário</b>	(+)	GOLLA (2010); VAEZI e DARAN (2012); SHAHZADI (2013)	
			(+)	CREMADES et al. (2014)
<b>Atitude frente ao risco</b>	<b>Arrendatário</b>	(-)	FERREIRA (2015)	
	<b>Disponibilidade de água</b>	(+)	TORKAMANI e SHAJARI (2008); VAEZI e DARAN (2012)	
	<b>Altas variações na lucratividade</b>	(+)	GENIUS et al. (2012)	
<b>Comportamento positivo em relação aos benefícios econômicos e ambientais da irrigação</b>	(+)		KULSHRESHTHA e BROWN (1993); HE et al. (2007); VAEZI e DARAN (2012); AMICI (2014)	
<b>CARACTERÍSTICAS DAS PROPRIEDADES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO</b>				
<b>Tamanho da propriedade</b>	<b>Área cultivada</b>	(+)	EKANAYAKE et al. (2007); SHANG et al. (2012); VAEZI e DARAN (2012); SHAHZADI (2013); AFRAKHTEH et al. (2015); FERREIRA (2015)	
	<b>Fragmentos de terra</b>	(+)	BAGHERI e GHORBANI (2011)	
	<b>Extensão de terra</b>	(+)	SKAGGS (2001); NEGRI et al. (2005); KAMAWAMBA-MTETHIWA (2012); SINGH et al. (2015)	
<b>Localização da propriedade</b>			(+)	VERMANI et al. (2014)
	<b>Próximo às estradas pavimentadas e estradas principais</b>	(+)		KULSHRESHTHA e BROWN (1993); GOLLA (2010)
			(+)	DEV e HOSSAM (1996)
	<b>Próximo a centros prestadores de serviços agrícolas</b>	(+)		VAEZI e DARAN (2012).
<b>Condições climáticas</b>	<b>Próximo a outros adotantes</b>	(+)		GENIUS et al. (2012); FERREIRA (2015)
	<b>Variabilidade de temperatura e precipitação</b>	(+)		CUNHA et al. (2014); FERREIRA (2015)
	<b>Baixa precipitação</b>	(+)		TORKAMANI e SHAJARI (2008)
	<b>Alta precipitação</b>	(-)		SAVAGE e BROZOVIC (2009); CREMADES et al. (2014)
	<b>Altas temperaturas</b>	(+)		TORKAMANI e SHAJARI (2008); SAVAGE e BROZOVIC (2009)

(continua)

Determinantes identificados na RBS		Impactos		Autor (es)
		Adoção	Intensidade de adoção	
Condições agronômicas	Solos muito argilosos ou muito arenosos	(-)		NEGRI et al. (2005)
			(-)	CREMADES et al. (2014)
	Solos com topografia plana	(+)		CREMADES et al. (2014)
	Solos inclinados	(-)		NEGRI et al. (2005)
	Solos com alto potencial agrícola	(+)		CUNHA et al. (2014)
	Solos salinos	(+)		CREMADES et al. (2014)
Condições físicas	Disponibilidade/acesso a fontes de água	(+)		NEGRI et al. (2005); HE et al. (2007); GOLLA (2010); ALCON et al. (2011); BAGHERI e GHORBANI (2011); VAEZI e DARAN (2012); GETACHER et al. (2013); CUNHA et al. (2014); AFRAKHTEH et al. (2015); SINGH et al. (2015)
			(+)	CREMADES et al. (2014)
	Acesso à água não salina	(+)		AFRAKHTEH et al. (2015)
	Tipo de cultura (citros)	(+)		ALCON et al. (2011)
	Alta densidade de plantio	(+)		GENIUS et al. (2012)
	Diversificação da produção agrícola	(+)		HE et al. (2007)
	Diversificação das atividades agropecuárias	(+)		KULSHRESHTHA e BROWN (1993)
	Diversificação da produção de laranjas	(+)		ROSSI et al. (2015; 2016)
Acesso a recursos financeiros e subsídios	Crédito rural	(+)		HE et al. (2007); ALCON et al. (2011); GETACHER et al. (2013); SHAHZADI (2013)
	Subsídios	(+)	(+)	SHANG et al. (2012); VAEZI e DARAN (2012); CREMADES et al. (2014)
Mão-de-obra	Disponibilidade	(+)		HE et al. (2007), BAGHERI e GHORBANI (2011); VAEZI e DARAN (2012); GETACHER et al. (2013); SINGH et al. (2015).
			(+)	DEV e HOSSAM (1996)
	Qualificação	(+)		SHANG et al. (2012)
	Preço da mão-de-obra	(-)		NEGRI et al. (2005)
	Uso de ferramentas de gestão	(+)		ROSSI et al. (2016); Questão empírica proposta por este estudo
<b>AMBIENTES INSTITUCIONAL E ECONÔMICO</b>				
	Preço elevado dos <i>inputs</i> (água)	(+)		ALCON et al. (2011); GENIUS et al. (2012)
	Expectativas positivas no futuro da atividade	(+)		SKAGGS (2001)
	Uso de mecanismos de gestão de riscos na comercialização	(+)	(+)	Questão empírica proposta por este estudo

Fonte: Kulshreshtha e Brown (1993), Dev e Hossam (1996), Skaggs (2001), Negri et al. (2005), Kulecho e Weatherheaded (2006), Ekanayake et al. (2007), He et al. (2007), Torkamani e Sharaji (2008), Savage e Brozovic (2009), Golla (2010), Musara et al. (2010), Alcon et al. (2011), Bagheri e Ghorbani (2011), Kamwamba-Mtethiwa (2012), Genius et al. (2012), Shang et al. (2012), Vaezi e Daran (2012), Getacher et al. (2013), Karpagam et al. (2013), Kiruthika (2013/2014), Shahzadi (2013), Amici (2014), Cremades et al. (2014), Cunha et al. (2014), Vermani et al. (2014), Afrakhteh et al. (2015), Ferreira (2015), Rossi et al. (2015; 2016), Singh et al. (2015).

A principal hipótese desta pesquisa é que a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores são decisões influenciadas por um conjunto de fatores relacionados às características individuais, comportamentais e socioeconômicas dos produtores; às características de suas propriedades e do seu sistema de produção; às características da tecnologia e dos ambientes institucional e econômico da citricultura. Partindo desta hipótese principal, foram construídas hipóteses secundárias sobre quais fatores específicos poderiam afetar a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos produtores de laranja. Como visto na literatura, ambas as decisões de adoção são, na maioria dos casos, afetadas pelos mesmos fatores. Levando em consideração essa informação, as hipóteses elaboradas para este estudo são:

- Hipótese 1 (H<sub>1</sub>): O acesso à fontes de informação afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 2 (H<sub>2</sub>): A participação em organizações formais e informais da agricultura afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 3 (H<sub>3</sub>): O recebimento de assistência técnica afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 4 (H<sub>4</sub>): A capacitação dos citricultores no uso de irrigação afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 5 (H<sub>5</sub>): O nível de escolaridade afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 6 (H<sub>6</sub>): A experiência na atividade citrícola afeta negativamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 7 (H<sub>7</sub>): A renda da citricultura afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 8 (H<sub>8</sub>): A disponibilidade de água afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 9 (H<sub>9</sub>): A fertilidade dos solos das propriedades afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 10 (H<sub>10</sub>): O tamanho das propriedades afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 11 (H<sub>11</sub>): O adensamento dos pomares afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;



- Hipótese 12 (H<sub>12</sub>): A diversificação da produção citrícola afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 13 (H<sub>13</sub>): O acesso ao crédito rural afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 14 (H<sub>14</sub>): A utilização de práticas de gerenciamento afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 15 (H<sub>15</sub>): A utilização de mecanismos de gestão de riscos na comercialização da laranja afeta positivamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores;
- Hipótese 16 (H<sub>16</sub>): As características de *enforcement* do ambiente institucional da citricultura afetam negativamente a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores.

### **6.3. Fatores determinantes da adoção de irrigação pelos citricultores paulistas: análise dos dados primários da pesquisa**

As revisões de literatura elaboradas permitiram identificar variáveis capazes de discriminar os citricultores adotantes de irrigação dos que não adotam essa tecnologia e quais variáveis poderiam ser fatores determinantes no processo de adoção. Esta seção apresenta os resultados obtidos com as estatísticas descritivas e com as estimações de modelos *double-hurdle*, visando alcançar os objetivos propostos por esta tese.

#### **6.3.1. Estatísticas descritivas**

Nesta seção, são apresentados os resultados da estatística descritiva de variáveis relacionadas ao acesso à informação e às características individuais e socioeconômicas do citricultor<sup>71</sup>, de suas propriedades rurais e de seu sistema de produção, bem como de fatores relacionados ao processo de comercialização da laranja e aos ambientes institucional e econômico. Os resultados são apresentados em tabelas, de modo comparativo entre o grupo de citricultores irrigantes e não irrigantes, permitindo que sejam testadas hipóteses sobre os fatores que diferenciam os dois grupos. De modo complementar, a penúltima subseção (6.3.1.14) apresenta os resultados referentes às questões do questionário semi-estruturado que foram direcionadas aos citricultores irrigantes e não irrigantes e que buscaram identificar,

---

<sup>71</sup> As informações sobre as características individuais foram obtidas com os indivíduos responsáveis pela tomada de decisão em relação à adoção de irrigação nas propriedades citrícolas. Na maioria das entrevistas, o próprio citricultor era o responsável por essa decisão. Nos casos em que a propriedade analisada fazia parte de um grupo empresarial, por exemplo, a entrevista foi realizada com o gestor/administrador responsável pela decisão de adotar irrigação nos pomares.

especialmente, os principais motivos e barreiras para a adoção de irrigação pelos mesmos. A última subseção (6.3.1.15) apresenta uma síntese dos resultados obtidos com as estatísticas descritivas e testes de hipóteses. É importante salientar que não foi possível analisar a intensidade de adoção de irrigação por meio de estatística descritiva, pois como mostrado na Tabela 2 (capítulo 3), a divisão da amostra em três níveis de intensidade de irrigação resultou em três grupos muito pequenos de análise (13, 11 e 10 citricultores), podendo gerar análises enviesadas e imprecisas.

#### **6.3.1.1. Fontes de acesso à informação**

O acesso à informação sobre uma nova tecnologia é um fator fundamental para a sua adoção e difusão, como pressuposto pelos modelos teóricos. Os estudos empíricos que analisaram a adoção de irrigação também apontaram esse fator como determinante nesses processos (BAGHERI e GHORBANI, 2011; GENIUS et al., 2012; CUNHA et al., 2014; FERREIRA, 2015). A Tabela 10 mostra o acesso e o grau de importância atribuído pelos citricultores da amostra às fontes de informação convencionais (jornais e revistas), modernas (*internet*), especializadas (técnicos de consultoria) e informais (vizinhos). Na Tabela 10, observa-se que a maioria dos citricultores irrigantes e não irrigantes utilizava fontes de informações gratuitas, como alguns conteúdos da *internet*, os jornais e revistas especializados e o contato com seus vizinhos, e consideravam-nas muito importantes para tomar decisões relacionadas à gestão da produção agrícola. Entre essas fontes, somente o acesso à informação fornecida gratuitamente pela *internet* se mostrou significativamente maior, ao nível de 10%, para o grupo de citricultores irrigantes (79,41%) em relação ao grupo de citricultores não irrigantes (62,50%). Em relação às fontes de informação pagas, os conteúdos específicos da *internet* não se mostraram como uma fonte de informação relevante para os citricultores de ambos os grupos. A frequência de acesso à informação de técnicos de empresa de consultoria se mostrou maior no grupo de citricultores irrigantes (58,82%) em relação aos não irrigantes (43,75%), entretanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

**Tabela 10** - Acesso e grau de importância atribuído pelos citricultores às diferentes fontes de informação.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>INTERNET (INFORMAÇÃO GRATUITA – CONTEÚDOS GERAIS)</b>						
Não usa/pouco importante	7	20,58	24	37,50	0,087 <sup>†</sup>	<u>Rejeita</u>
Muito importante	27	79,41	40	62,50		
<b>INTERNET (INFORMAÇÃO PAGA – CONTEÚDOS ESPECÍFICOS)</b>						
Não usa/pouco importante	28	82,35	59	92,18	0,130*	Aceita
Muito importante	6	17,64	5	7,81		
<b>JORNAIS E REVISTAS DE CONTEÚDO ESPECIALIZADO (GRATUITO)</b>						
Não usa/pouco importante	11	32,35	13	20,31	0,221	Aceita
Muito importante	23	67,64	51	79,68		
<b>TÉCNICOS DE EMPRESA DE CONSULTORIA (SERVIÇO PAGO)</b>						
Não usa/pouco importante	14	41,17	36	56,25	0,155	Aceita
Muito importante	20	58,82	28	43,75		
<b>OUTROS AGRICULTORES (GRATUITO)</b>						
Não usa/pouco importante	7	20,58	5	7,81	0,103	Aceita
Muito importante	27	79,41	59	92,18		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Teste de Fisher.

<sup>†</sup> Significativo ao nível de 10%.

O acesso à informação sobre irrigação também pode ser obtido por meio de viagens para outras áreas citrícolas em busca de conhecimento. A Tabela 11 apresenta a frequência de citricultores de ambos os grupos amostrais que viajava para outras regiões produtoras de citros. Observa-se que a frequência de citricultores irrigantes que realizava viagens para outras regiões citrícolas (67,65%) era significativamente maior, ao nível de 5%, do que a frequência de citricultores não irrigantes que realizava esse tipo de viagem (45,31%). Esse resultado indica que os citricultores irrigantes têm maior probabilidade de buscar conhecimento por meio da troca de informação com outros produtores localizados em outras regiões produtoras.

**Tabela 11** - Realização de viagens para outras regiões citrícolas pelos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>REALIZA VIAGENS PARA OUTRAS ÁREAS CITRÍCOLAS EM BUSCA DE CONHECIMENTO?</b>						
Sim	23	67,65	29	45,31	0,035 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	11	32,35	35	54,69		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

<sup>‡</sup> Significativo ao nível de 5%.

### 6.3.1.2. Rede de relacionamentos

Na literatura que abordou a adoção de irrigação, a participação em organizações da agricultura se mostrou um fator importante na adoção dessa tecnologia, como apontado por Kulshreshtha e Brown (1993) e Alcon et al. (2011). A rede de relacionamentos dos citricultores pode ser composta por agrupamentos formais (por exemplo, cooperativas, associações, sindicatos e câmaras setoriais) e informais (por exemplo, *pools* de produtores). A Tabela 12 mostra a participação dos citricultores da amostra nesses tipos de agrupamentos. Pode ser observado que a participação dos citricultores em agrupamentos formais e informais não foi estatisticamente diferente entre os irrigantes e não irrigantes. Entre os citricultores irrigantes, 64,70%, 61,76%, 67,64%, 11,76% e 38,23% participavam ocasionalmente ou frequentemente de associações, cooperativas, sindicatos, câmara setorial e *pools* de produtores, respectivamente. Entre os citricultores não irrigantes, 23,44%, 57,81%, 51,56%, 3,12% e 26,56% participavam ocasionalmente ou frequentemente de associações, cooperativas, sindicatos, câmara setorial e *pools* de produtores, respectivamente.

**Tabela 12** - Participação dos citricultores em agrupamentos formais e informais da agricultura.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>PARTICIPAÇÃO EM REUNIÕES DE ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES</b>						
Não é associado/não participa de reuniões	12	35,29	49	76,56	0,211	Aceita
Participa ocasionalmente/frequentemente	22	64,70	15	23,44		
<b>PARTICIPA EM REUNIÕES DE COOPERATIVAS</b>						
Não é cooperado/não participa de reuniões	13	38,23	27	42,18	0,705	Aceita
Participa ocasionalmente/frequentemente	21	61,76	37	57,81		
<b>PARTICIPA EM REUNIÕES DE SINDICATO RURAL</b>						
Não é afiliado/não participa de reuniões	11	32,35	31	48,43	0,126	Aceita
Participa ocasionalmente/frequentemente	23	67,64	33	51,56		
<b>PARTICIPAÇÃO EM CÂMARA SETORIAL</b>						
Não é afiliado/não participa de reuniões	30	88,23	62	96,87	0,107*	Aceita
Participa ocasionalmente/frequentemente	4	11,76	2	3,12		
<b>PARTICIPAÇÃO EM REUNIÕES DE POOLS DE PRODUTORES</b>						
Não participa/não participa de reuniões	21	61,76	47	73,43	0,233	Aceita
Participa ocasionalmente/frequentemente	13	38,23	17	26,56		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Teste de Fisher.

### 6.3.1.3. Orientação técnica

A assistência técnica é um canal de comunicação importante para a difusão de informações sobre novas tecnologias e de conhecimento técnico especializado aos produtores. O recebimento desse tipo de serviço apresentou um impacto positivo na adoção de irrigação, como apontado pela literatura (HE et al., 2007; VAEZI e DARAN, 2012; CUNHA et al., 2014; FERREIRA, 2015). A Tabela 13 apresenta a origem da assistência técnica recebida pelos citricultores da amostra. Como pode ser observado, no grupo de irrigantes e não irrigantes, somente 5,88% e 7,81% dos citricultores, respectivamente, recebiam assistência técnica governamental. Entre os irrigantes, 20,58% dos citricultores recebiam assistência de fornecedor de insumo e também de cooperativas e/ou técnicos de *pools*, enquanto no grupo de não irrigantes, 31,25% e 23,43% dos citricultores recebiam esses tipos de assistências, respectivamente. O recebimento de assistência técnica governamental, de fornecedor de insumos e de cooperativas e/ou técnicos de *pools* não se mostrou estatisticamente diferente entre os grupos amostrais. Em contrapartida, a frequência de produtores irrigantes que utilizava assistência técnica paga (61,76%) era significativamente maior, ao nível de 10%, do que a frequência de citricultores não irrigantes que pagava por esse tipo de serviço (43,75%). Esse resultado indica que os citricultores que utilizam irrigação investem mais na sua produção, adotando tecnologias e contratando assistência técnica especializada. Além disso, também indica que os técnicos pertencentes às empresas de consultoria e autônomos sejam mais proeminentes na transmissão de informações sobre novas tecnologias aos citricultores.

**Tabela 13** - Orientação técnica recebida pelos citricultores.

Variável*	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>PARTICULAR PAGA (EMPRESA PRIVADA OU AUTÔNOMO)</b>						
Sim	21	61,76	28	43,75	0,063 <sup>†</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	12	38,24	36	56,25		
<b>FORNECEDOR DE INSUMO</b>						
Sim	7	20,58	20	31,25	0,296	Aceita
Não	26	79,41	44	68,75		
<b>AGRUPAMENTOS FORMAIS E/OU INFORMAL (COOPERATIVA E/OU TÉCNICO DE POOL)</b>						
Sim	7	20,58	15	23,43	1,000	Aceita
Não	26	79,41	49	76,56		
<b>GOVERNAMENTAL (EXTENSIONISTA)</b>						
Sim	2	5,88	5	7,81	0,724	Aceita
Não	32	94,12	59	92,19		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Alguns produtores mencionaram receber mais de um tipo de assistência técnica.

<sup>†</sup> Significativo ao nível de 10%.

Como nenhum citricultor informou receber assistência técnica por parte da indústria processadora de suco, esse resultado não foi incluído na Tabela 13. Essa informação é importante, pois indica que não há esse tipo de cooperação entre esses agentes da cadeia do suco de laranja. Devido ao fato dos citricultores irrigantes e não irrigantes receberem, principalmente, assistência técnica paga, a Tabela 14 apresenta o gasto anual por hectare plantado com citros com esse tipo de serviço entre os grupos amostrais. Observa-se que os citricultores irrigantes dispendiam por ano, em média, um pouco mais com assistência técnica para cada hectare de citros de suas propriedades. Entretanto, essa diferença não se mostrou estatisticamente significativa entre os grupos de citricultores.

**Tabela 14** - Gasto anual (R\$/hectare de citros) com assistência técnica pelos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 21)*				Não irrigantes (N = 28)*				Mann-Whitney U (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>GASTO ANUAL COM ASSISTÊNCIA TÉCNICA (R\$/HECTARE DE CITROS)</b>										
	156,04	149,28	24	495,87	107,83	87,20	24,40	402,68	0,348	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

\* 21 citricultores irrigantes e 28 citricultores não irrigantes da amostra utilizavam serviço de assistência técnica paga.

#### 6.3.1.4. Capacitação dos citricultores

Os citricultores podem obter informações sobre uma nova tecnologia por meio do acesso às fontes diversas e de sua rede de relacionamentos. O conhecimento técnico especializado pode ser obtido por meio de assistência técnica, mas também por meio de participação em cursos técnicos de produção agropecuária; congressos, simpósios e palestras agropecuárias; cursos específicos sobre irrigação e dias de campo. A Tabela 15 mostra a frequência de participação dos citricultores de ambos os grupos amostrais nesses eventos e em cursos. Observa-se que a participação em cursos técnicos de produção agropecuária e em congressos, simpósios e palestras agropecuárias e, também, dias de campo era alta e bastante similar entre os grupos de citricultores irrigantes e não irrigantes, indicando que os mesmos são importantes canais de comunicação e capacitação para os citricultores. Entretanto, a participação em cursos relacionados à irrigação foi significativamente maior, ao nível de 1%, no grupo de citricultores irrigantes (32,35%) em relação ao grupo de citricultores não irrigantes (4,68%). Como a irrigação é uma tecnologia intensiva em conhecimentos, a maior capacitação dos produtores em relação a essa tecnologia pode afetar positivamente a sua adoção, como também foi comprovado pelos estudos de Kulecho e Weatherhead (2006), Golla (2010) e Alcon et al. (2011).

**Tabela 15** - Participação dos citricultores em eventos e cursos agropecuários.

Variável	Irigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui- quadrado (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>PARTICIPAÇÃO EM CURSOS TÉCNICOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA</b>						
Sim	19	55,88	36	56,25	0,972	Aceita
Não	15	44,12	28	43,75		
<b>PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSOS, SIMPÓSIOS E PALESTRAS AGROPECUÁRIAS E DIAS DE CAMPO</b>						
Sim	19	55,88	33	51,56	0,683	Aceita
Não	15	44,12	31	48,44		
<b>CURSOS RELACIONADOS À IRRIGAÇÃO</b>						
Sim	11	32,35	3	4,68	0,000 <sup>⊞</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	22	67,65	61	95,31		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

⊞ Significativo ao nível de 1%.

### 6.3.1.5. Nível de escolaridade

Quando a informação sobre uma nova tecnologia é amplamente difundida e acessada pelos produtores, a heterogeneidade entre os potenciais adotantes é o que determina os padrões de adoção e difusão da tecnologia, de acordo com os modelos teóricos. O nível de escolaridade dos produtores foi apontado nos estudos de adoção de irrigação como uma variável que afeta positivamente a sua adoção, funcionando como uma boa *proxy* para medir as capacidades gerenciais necessárias para o seu uso (NEGRI et al., 2005; GOLLA, 2010; SINGH et al., 2015). A Tabela 16 apresenta o número de anos de estudo dos citricultores irrigantes e não irrigantes da amostra e a Tabela 17 detalha o nível de escolaridade dos mesmos. Observa-se que a média de anos de estudo foi significativamente maior, ao nível de 10%, no grupo de irrigantes (14,38 anos) do que no grupo de não irrigantes (12,89 anos) e que 29,41% dos citricultores irrigantes possuíam algum tipo de pós-graduação, contra 10,93% dos citricultores não irrigantes, sendo essa diferença estatisticamente significativa, ao nível de 10%.

**Tabela 16** - Anos de estudo dos citricultores.

Variável	Irigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>ANOS DE ESTUDO</b>	14,38	3,72	8	18	12,89	3,73	8	18	0,062 <sup>†</sup>	<u>Rejeita</u>

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P = Desvio Padrão.

† Significativo ao nível de 10%.

**Tabela 17** - Nível de escolaridade dos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui- quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>NÍVEL DE ESCOLARIDADE</b>						
Ensino fundamental e/ou ensino básico	14	41,17	34	53,12		
Superior completo	10	29,41	23	35,93	0,071 <sup>†</sup>	<u>Rejeita</u>
Pós-graduação (mestrado, doutorado, MBA*)	10	29,41	7	10,93		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

<sup>†</sup> Significativo ao nível de 10%.

\* *Master of Business Administration* (MBA).

A Tabela 18 mostra a área de formação do ensino superior e da pós-graduação dos citricultores de ambos os grupos amostrais. Como pode ser observado, no grupo de irrigantes, 29,41% dos citricultores possuíam formação em área de agronomia e afins e no grupo de não irrigantes, 15,62% dos citricultores possuíam esse tipo de formação. Entretanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa. Em relação às áreas de formação da pós-graduação, no grupo de irrigantes a proporção de citricultores que possuía formação em áreas de gestão e afins (11,76%) foi significativamente maior, ao nível de 5%, do que a proporção de citricultores no grupo de não irrigantes com esse tipo de formação (1,56%). Um maior conhecimento especializado sobre gestão pode ter contribuído para a adoção de irrigação que, como já mencionado, caracteriza-se por ser uma tecnologia que exige conhecimentos gerenciais.

**Tabela 18** - Áreas em que foram realizados os cursos superiores e de pós-graduação pelos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Teste de Fisher (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>ÁREA DO ENSINO SUPERIOR</b>						
Não possui	14	41,17	34	53,12		
Agronomia/agricultura/agronegócio	10	29,41	10	15,62	0,402	Aceita
Gestão/administração/negócios	4	11,76	7	10,93		
Outros**	6	17,66	13	20,31		
<b>ÁREA DA PÓS-GRADUAÇÃO</b>						
Não possui	24	70,58	57	89,06		
Agronomia/agricultura/agronegócio	6	17,64	6	9,37	0,026 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>
Gestão/administração/negócios	4	11,76	1	1,56		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\*\* Engenharia de produção (3), engenharia elétrica (2), ciências sociais (1), engenharia mecânica (1), odontologia (1), comércio exterior (1), direito (2), química industrial (1), contabilidade (2), publicidade (1), matemática (1), biologia (3) e geologia (1).

<sup>‡</sup> Significativo ao nível de 5%.



### 6.3.1.6. Idade e experiência

Na literatura, como visto, é bastante controverso o impacto que a idade dos produtores rurais exerce sobre a adoção de irrigação. A Tabela 19 apresenta os resultados referentes à idade dos citricultores adotantes ou não de irrigação da amostra. Como pode ser observado, tanto o grupo de irrigantes como o grupo de não irrigantes é composto por citricultores de meia idade, em média, e não há diferença estatisticamente significativa dessa variável entre os dois grupos. Deste modo, neste estudo, a idade não se mostrou relevante para explicar a adoção de irrigação na citricultura.

**Tabela 19** - Idade dos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				t- student (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>IDADE</b>	48,52	12,8	29	70	45,82	11,32	19	82	0,304	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P = Desvio padrão.

Os estudos que analisaram a adoção de irrigação mostraram que a experiência do produtor na agricultura pode afetar a sua adoção de forma positiva, como no estudo conduzido por Ferreira (2015), ou negativa, como nos estudos conduzidos por Negri et al. (2005), Kiruthika (2013/2014), Cremades et al. (2014), entre outros, não havendo um consenso sobre o impacto dessa variável na adoção dessa tecnologia. A Tabela 20 mostra os anos de experiência dos citricultores da amostra na agricultura e na citricultura. Observa-se que a média dos anos de experiência tanto na agricultura, como na citricultura era significativamente maior, aos níveis de 5% e 10%, respectivamente, no grupo de citricultores não irrigantes (30,41 e 25,21 anos, respectivamente) em relação ao grupo de citricultores irrigantes (23,58 e 21,21 anos, respectivamente). Esse resultado indica que os citricultores com menos experiência na atividade citrícola são mais propensos em relação à adoção de novas tecnologias do que citricultores com mais tempo de experiência na atividade, ou ainda, que a adoção de irrigação exige outros tipos de habilidades, como gerenciais, por exemplo, que não são obtidas simplesmente com a vivência diária na atividade.

**Tabela 20** - Experiência dos citricultores em atividades agrícolas.

Variável	Irrigantes (N = 33)*				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>EXPERIÊNCIA NA AGRICULTURA</b>	23,58	10,82	7	50	30,41	13,91	4	65	0,013 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>
<b>EXPERIÊNCIA NA CITRICULTURA</b>	21,21	10,06	7	50	25,51	12,12	4	58	0,068 <sup>†</sup>	<u>Rejeita</u>

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* 33 citricultores irrigantes responderam esta questão.

‡ Significativo ao nível de 5%.

† Significativo ao nível de 10%.

A experiência dos produtores em outras áreas além da atividade agropecuária, também pode afetar a adoção de tecnologias agrícolas, contribuindo para a aquisição de conhecimentos mais diversificados (VINHOLIS, 2013). A Tabela 21 apresenta a experiência dos citricultores da amostra em atividades não agropecuárias e em gestão de organizações formais e informais da agricultura. Como pode ser observado, em ambos os grupos a frequência de citricultores que exercia função de gestão em organizações da agricultura era similar e não se diferenciava significativamente. A frequência de citricultores que exercia outra atividade profissional, além da atividade agropecuária, era superior no grupo de não irrigantes (37,50%) em relação ao grupo de irrigantes (23,53%). Entretanto, essa diferença não se mostrou estatisticamente significativa.

**Tabela 21** - Experiência diversificada dos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>EXERCE OUTRA ATIVIDADE PROFISSIONAL ALÉM DA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA?</b>						
Sim	8	23,53	24	37,50	0,160	Aceita
Não	26	76,47	40	62,50		
<b>EXERCE FUNÇÃO DE GESTÃO EM ORGANIZAÇÕES DA AGRICULTURA*?</b>						
Sim	14	41,17	30	46,87	0,589	Aceita
Não se aplica/Não	20	58,82	34	53,12		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Associações, cooperativas, sindicatos e *pools* de produtores.

### 6.3.1.7. Acesso a recursos financeiros

Além de fatores relacionados ao capital humano, incluindo a idade do produtor, seu nível de escolaridade, sua capacitação profissional, sua experiência na atividade citrícola, entre outros, a heterogeneidade entre os usuários e potenciais adotantes também está relacionada ao acesso a recursos financeiros. A literatura mostrou um impacto positivo da renda e do acesso ao crédito rural pelos produtores na adoção de irrigação (SAVAGE e

BROZOVIC, 2009; VAEZI e DARAN, 2012; GETACHER et al., 2013; SHAHZADI, 2013). A Tabela 22 apresenta a renda total média e a composição da renda, na safra 2013/2014, dos citricultores nos dois grupos amostrais. Como pode ser observado, não há diferença estatisticamente significativa entre a média da renda total dos citricultores irrigantes e não irrigantes (R\$ 4.425.431 e R\$ 2.701.501, respectivamente). Entretanto, o percentual médio da renda total obtido por meio da atividade citrícola é significativamente maior, ao nível de 5%, no grupo de irrigantes (60,64%) do que no grupo de não irrigantes (44,15%). Esse resultado indica que os citricultores irrigantes dependem muito mais dos resultados da produção de laranja para gerar a sua renda e, por isso, investem em tecnologias capazes de aumentar a produção e produtividade dos pomares, como a irrigação.

**Tabela 22** - Renda total (R\$) e composição da renda (%) dos citricultores na safra 2013/2014.

Variáveis	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>Percentual de renda obtida com a agricultura/renda total</b>										
	89,55	23,68	10	100	81,56	30,35	1	100	0,181	Aceita
<b>Percentual de renda obtida com a citricultura/renda total</b>										
	60,64	34,06	1	100	44,15	33,31	1	100	0,025 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>
<b>Renda total (R\$)</b>										
	4.425.431	16.100.000	85.714,29	93.500.000	2.701.501	5.263.796	30.000	32.600.000	0,261	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D. P. = Desvio Padrão.

‡ Significativo ao nível de 5%.

A Tabela 23 mostra o acesso ao crédito rural pelos citricultores de ambos os grupos amostrais na safra 2013/2014. Observa-se que 70,58% dos citricultores irrigantes utilizavam financiamento, contra 60,93% dos citricultores não irrigantes. Entretanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

**Tabela 23** - Acesso ao crédito rural pelos citricultores na safra 2013/2014.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>TRABALHA COM CRÉDITO RURAL</b>						
Sim	24	70,58	39	60,93	0,342	Aceita
Não	10	29,41	25	39,06		

Fonte: pesquisa de campo (2014).

A Tabela 24 apresenta o valor do financiamento feito pelos citricultores que se utilizavam desse tipo de política agrícola na safra 2013/2014. Observa-se que a média do valor tomado em empréstimo pelos citricultores irrigantes (R\$ 371.911,76/safra) era significativamente maior, ao nível de 10%, em relação à média do valor tomado em

empréstimo pelos citricultores não irrigantes (R\$ 249.093,73/safra). Entretanto, é importante salientar que o valor financiado pode sofrer influência do tamanho dos empreendimentos rurais.

**Tabela 24** - Valor médio do financiamento (R\$) dos citricultores que utilizaram crédito rural na safra 2013/2014.

Variável	Irrigantes (N = 24)*				Não irrigantes (N = 39)*				Mann-Whitney U (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>Valor financiado</b>	371.911,76	427.451,95	0	1.300.000	249.093,73	467.538,74	0	2.600.000	0,085 <sup>†</sup>	<u>Rejeita</u>

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

\* 24 citricultores irrigantes e 39 citricultores não irrigantes da amostra utilizavam financiamento.

† Significativo ao nível de 10%.

### 6.3.1.8. Tamanho e uso da terra

O tamanho da propriedade rural caracteriza-se por ser uma das primeiras variáveis a ser utilizada pelos modelos teóricos para diferenciar os adotantes e não adotantes de uma tecnologia. Nos estudos que abordaram a adoção de irrigação, o tamanho de um empreendimento rural foi medido por meio do uso de diversas *proxies*, incluindo o número de fragmentos de terra e a área cultivada nas propriedades (SHANG et al., 2012; AFRAKHTEH et al., 2015; FERREIRA, 2015). A Tabela 25 apresenta a análise do tamanho das empresas rurais dos citricultores da amostra, utilizando como *proxy* o número de propriedades rurais e citrícolas dos citricultores irrigantes e não irrigantes. Como pode ser observado, não há diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos.

**Tabela 25** - Número de propriedades rurais dos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>NÚMERO DE PROPRIEDADES RURAIS</b>	3,03	1,73	1	7	4,42	7,46	1	60	0,462	Aceita
<b>NÚMERO DE PROPRIEDADES RURAIS COM CITROS</b>	2,26	1,31	1	6	3,03	3,97	1	30	0,889	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

Outras formas de se mensurar o tamanho do empreendimento rural citrícola são por meio do tamanho da área (ha) das propriedades rurais com citros e por meio do número de pés de citros, conforme apresentado na Tabela 26. Observa-se que a média da área total (ha) das propriedades dos citricultores irrigantes (236,06 ha) era significativamente superior, ao nível de 5%, à média da área total das propriedades dos citricultores não irrigantes (169,50 ha). Do mesmo modo, no grupo de irrigantes, as propriedades possuíam, em média, um número de pés

de citros (41.555,23 pés) significativamente maior, ao nível de 1%, do que as propriedades do grupo de citricultores não irrigantes (27.061,54 pés). Em relação ao número de pés, é importante ressaltar que essa variável pode sofrer influência do adensamento dos pomares, ou seja, citricultores que possuem pomares mais adensados, conseqüentemente têm um número maior de pés de citros em suas propriedades, sendo essa informação detalhada na Tabela 36.

**Tabela 26** - Área total (ha) e número de pés de citros das propriedades rurais dos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>ÁREA TOTAL DA PROPRIEDADE COM CITROS (HECTARES)</b>										
	236,06	244,79	19,30	840	169,50	219,38	5	1.128	0,037 <sup>‡</sup>	Rejeita
<b>NUMERO DE PÉS DE CITROS NA PROPRIEDADE</b>										
	41.555,23	46.277,34	4.278	196.000	27.061,54	38.113,42	810	233.000	0,004 <sup>‡</sup>	Rejeita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

‡ Significativo ao nível de 1%.

‡ Significativo ao nível de 5%.

A produção de caixas de laranja na safra 2013/2014, também se configura como uma importante *proxy* para mensurar a diferença de tamanho entre citricultores da amostra, conforme apresentado na Tabela 27. Observa-se que os citricultores irrigantes produziram, em média, um volume de caixas de laranja (80.929,02 caixas) significativamente superior, ao nível de 1%, em relação à média produzida pelos citricultores não irrigantes (46.783,43 caixas).

**Tabela 27** - Volume de caixas de laranja produzido na safra 2013/2014.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>NÚMERO DE CAIXAS DE LARANJA PRODUZIDAS NA SAFRA 2013/2014</b>										
	80.929,02	106.240,19	5.500	500.000	46.783,43	64.921,07	600	310.000	0,002 <sup>‡</sup>	Rejeita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

‡ Significativo ao nível de 1%.

Como apresentado, a média da área total das propriedades com citros (ha), do número de pés de citros e da produção de caixas de laranja dos citricultores irrigantes era significativamente superior às médias dessas mesmas variáveis dos citricultores não irrigantes. Deste modo, supôs-se que a área destinada à citricultura nas propriedades dos citricultores irrigantes também fosse significativamente superior à área destinada para essa atividade nas propriedades dos citricultores não irrigantes. A Tabela 28 mostra a distribuição do uso da terra nas propriedades rurais de ambos os grupos amostrais e, de fato, as

propriedades dos citricultores irrigantes possuíam uma área significativamente superior (127,83 ha), ao nível de 5%, destinada à citricultura em relação aos não irrigantes (79,49 ha). Em relação ao uso da terra com outros cultivos, observa-se que os citricultores irrigantes possuíam menor percentual, dentro das propriedades, com outros cultivos temporários e permanentes e com área de pastos em relação aos citricultores não irrigantes. Entretanto, essas diferenças não se mostraram estatisticamente significativas entre os grupos amostrais.

**Tabela 28** - Distribuição do uso da terra nas propriedades dos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>ÁREA TOTAL</b>										
	236,06	244,79	19,30	840	169,50	219,38	5	1.128	0,037 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>
<b>ÁREA COM CITROS</b>										
	127,83	164,72	13,7	700	79,49	107,67	2	690	0,015 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>
<b>ÁREA COM LAVOURAS TEMPORÁRIAS</b>										
	17,36	36,78	0	170	18,37	54,93	0	353	0,477	Aceita
<b>ÁREA COM OUTRAS LAVOURAS PERMANENTES</b>										
	28,47	127,65	0	502,8	50,58	83,01	0	490	0,968	Aceita
<b>ÁREA COM PASTO</b>										
	6,60	19,24	0	100	26,47	224,33	0	870	0,473	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

‡ Significativo ao nível de 5%.

### 6.3.1.9. Características físico-ambientais da propriedade rural

Além do tamanho, outras características das propriedades agrícolas também afetam a adoção de irrigação, incluindo a disponibilidade de fontes de água e as características dos solos, como apontado pelos estudos de adoção de irrigação (NEGRI et al., 2005; CREMADES et al., 2014; CUNHA et al., 2014). A Tabela 29 apresenta o acesso à fontes de água e o nível de fertilidade dos solos das propriedades dos citricultores irrigantes e não irrigantes da amostra. Observa-se que a totalidade dos citricultores irrigantes tinha acesso à fontes de água dentro de suas propriedades, contra 75% dos citricultores não irrigantes. Essa diferença mostrou-se estatisticamente significativa, ao nível de 1%, indicando que a proximidade de fontes de água afeta diretamente a adoção de irrigação.

No Brasil, não há uma política de precificação da água utilizada para a irrigação, porém, quanto mais distantes as fontes de água, maiores são os custos com energia elétrica para bombear a água do seu local de captação para a área irrigada, o que pode inviabilizar o investimento, mesmo com o uso de tarifas energéticas mais baixas. O custo com energia

elétrica é considerado o principal custo variável de irrigação (VESCOVE e TURCO, 2010). A Tabela 29 também mostra que não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos de citricultores em relação ao nível de fertilidade dos solos de suas propriedades, sendo que 94,12% dos citricultores irrigantes apontaram que possuíam solos férteis ou muito férteis, contra 90,63% dos citricultores não irrigantes.

**Tabela 29** - Acesso à fontes de água e fertilidade dos solos das propriedades dos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NA PROPRIEDADE</b>						
Sim	34	100	48	75	0,001 <sup>⌘</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	0	0	16	25		
<b>FERTILIDADE DO SOLO DA PROPRIEDADE</b>						
Pouco Fértil	2	5,88	6	9,37	0,708	Aceita
Fértil/Muito fértil	32	94,12	56	90,63		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

⌘ Significativo ao nível de 1%.

### 6.3.1.10. Características dos sistemas produtivos

Algumas características técnicas da produção mostraram-se como fatores determinantes para a adoção de irrigação. Alcon et al. (2011) constataram que cultivos com alta longevidade, como os citros, influenciavam a adoção de irrigação mais cedo nos pomares, visando otimizar os gastos com o investimento tanto no pomar, como com os sistemas de irrigação. Nesse sentido, a Tabela 30 mostra a idade média dos pomares de laranja dos citricultores irrigantes e não irrigantes da amostra. Como pode ser observado, os citricultores irrigantes possuíam pomares um pouco mais jovens em relação aos não irrigantes. Entretanto, a diferença entre a média de idade dos pomares em ambos os grupos não se mostrou estatisticamente significativa. Em ambos os grupos, os pomares encontravam-se, em média, em uma idade de potencial máximo de produção que varia de seis a oito anos (ZANETTI, 2007).

**Tabela 30** - Idade dos pomares dos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 33)*				Não irrigantes (N = 63)*				Mann-Whitney U (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>IDADE DOS POMARES (ANOS)</b>										
	8,62	2,93	4,13	13,68	8,80	4,30	3	23,44	0,516	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D. P. = Desvio Padrão.

\* 33 citricultores irrigantes e 63 citricultores não irrigantes responderam essa questão.

Outra característica técnica que afeta a adoção de irrigação é a diversificação da atividade agrícola dos produtores (HE et al., 2007). A Tabela 31 apresenta a quantidade de cultivos agrícolas plantada pelos citricultores irrigantes e não irrigantes da amostra. Observa-se que não há diferença significativa entre os grupos. Além da laranja, os outros cultivos adotados são: permanentes, incluindo o eucalipto, a seringueira, a cana-de-açúcar e outras árvores frutíferas (goiaba, abacate, lichia, manga), e temporários, como milho, feijão, mandioca, entre outros.

**Tabela 31** - Diversificação da produção agrícola pelos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>QUANTIDADE DE CULTIVOS AGRÍCOLAS ALÉM DA LARANJA</b>						
Nenhum	18	52,94	29	45,31		
Um ou dois cultivos	12	35,29	29	45,31	0,678	Aceita
Mais de três cultivos	4	11,76	6	9,37		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

A incidência de doenças nos pomares de laranja é um problema bastante sério enfrentado pelos citricultores. O combate às mesmas provoca aumentos nos custos de produção, com a contratação de mão-de-obra especializada, uso de produtos químicos e com erradicações obrigatórias. Entre as doenças que afetam a citricultura, o *greening* é considerada a mais destrutiva, pois não há cura para a mesma. O aumento da produtividade dos pomares configura-se como uma estratégia para conviver com esse tipo de moléstia e pode ser alcançado com a adoção de novas tecnologias no campo, como a irrigação e o adensamento dos pomares (STUCHI e GIRARDI, 2010). Nesse sentido, a Tabela 32 apresenta a incidência média de *greening* nos pomares dos citricultores irrigantes e não irrigantes da amostra. Observa-se que o percentual médio de incidência nos pomares dos citricultores não irrigantes (14,30%) era significativamente superior, ao nível de 1%, do que o percentual médio de incidência nos pomares dos citricultores irrigantes (5,05%). A incidência mais baixa de *greening* nos pomares dos citricultores irrigantes pode ser resultado de um melhor manejo da doença e gerenciamento da produção realizados por esses produtores.



**Tabela 32** - Percentual de incidência de *greening* nos pomares dos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 62)*				Mann-Whitney U (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>PERCENTUAL DE INCIDÊNCIA DE GREENING</b>										
	5,05	6,33	0	30	14,30	17,32	0	80	0,001 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D. P. = Desvio Padrão.

\* 62 citricultores não irrigantes da amostra souberam responder essa questão.

‡ Significativo ao nível de 1%.

Ainda em relação à incidência de pragas e doenças nos pomares de laranja, os citricultores foram questionados sobre os impactos dessas moléstias para a produção de laranjas da safra 2013/2014, conforme apresentado na Tabela 33. Observa-se que uma frequência menor de citricultores irrigantes indicou ter tido perdas na produção devido a essas moléstias, fruto possivelmente, do melhor manejo de pragas e doenças nos pomares, como foi visto na Tabela 32. Entretanto, essa diferença não se mostrou estatisticamente significativa entre os grupos.

**Tabela 33** - Perda na produção de laranjas na safra 2013/2014 em função de pragas e doenças.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>EM SUA PERCEPÇÃO HOUVE PERDA DE PRODUÇÃO EM FUNÇÃO DE PRAGAS E DOENÇAS EM 2013?</b>						
Sim	22	64,71	51	80,95	0,105	Aceita
Não	12	35,29	13	19,04		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

### 6.3.1.11. Gestão da propriedade rural

A adoção e difusão de tecnologias são processos que podem ser influenciados pelo acesso à informação e pela heterogeneidade entre os potenciais adotantes. Como a irrigação exige habilidades gerenciais para a sua adoção, pode-se supor que as propriedades que utilizavam ferramentas de gestão, estariam mais aptas a adotarem irrigação. A Tabela 34 mostra o uso de ferramentas de gestão pelos grupos de citricultores da amostra. Observa-se que a frequência de citricultores irrigantes que utilizava planilhas eletrônicas para controle de custos de produção, registros de controle de estoques de insumos e controle da produção e produtividade dos pomares, sistemas informatizados de gestão da propriedade e acessava a *internet* para acompanhar o mercado em tempo real, era significativamente maior, aos níveis de 1% e 5%, do que a frequência de citricultores não irrigantes que utilizava essas ferramentas de gestão. Esse resultado indica que o uso de ferramentas de gestão comuns (planilhas e

registros) e sofisticadas (*softwares* e *internet*) acompanha a adoção de irrigação pelos citricultores. Como mostrado nas Tabelas 16 e 17, os citricultores irrigantes possuíam mais anos de estudo e conhecimento especializado nas áreas de gestão e afins em relação aos não irrigantes. Deste modo, possivelmente possuíam habilidades gerenciais maiores, permitindo a adoção de ferramentas de gestão em suas propriedades, contribuindo para a adoção de irrigação nos pomares de citros.

**Tabela 34** - Uso de ferramentas de gestão pelos citricultores.

Variável	Irigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>PLANILHA ELETRÔNICA PARA CONTROLE DE CUSTOS DE PRODUÇÃO</b>						
Sim	25	73,53	25	39,06	0,001 <sup>¤</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	9	26,47	39	60,94		
<b>REGISTROS DE CONTROLE DE ESTOQUES DE INSUMOS</b>						
Sim	28	82,35	35	54,69	0,007 <sup>¤</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	6	17,65	29	45,31		
<b>REGISTRO DE CONTROLE DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DOS POMARES</b>						
Sim	31	91,18	40	62,50	0,002 <sup>¤</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	3	8,82	24	37,50		
<b>SISTEMAS INFORMATIZADOS DE GESTÃO DA PROPRIEDADE (SOFTWARES)</b>						
Sim	13	38,24	10	15,63	0,012 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	21	61,76	54	84,37		
<b>ACESSO À INTERNET PARA O ACOMPANHAMENTO DO MERCADO EM TEMPO REAL</b>						
Sim	28	82,35	35	54,69	0,007 <sup>¤</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	6	17,65	29	45,31		
<b>PRODUÇÃO INTEGRADA DE CITROS (CERTIFICAÇÃO)</b>						
Sim	4	11,76	9	14,09	0,749	Aceita
Não	30	88,24	55	85,91		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

¤ Significativo ao nível de 1%.

‡ Significativo ao nível de 5%.

Além do uso de ferramentas de gestão, a adoção de outras tecnologias agrícolas, também pode influenciar a adoção de irrigação, tanto pela complementariedade entre as mesmas em termos agrônômicos, como pela alta exigência em gerenciamento da produção. Exemplos dessas tecnologias são o adensamento dos pomares e a agricultura de precisão. O adensamento dos pomares exige um maior investimento inicial para a sua implementação, devido à necessidade de maior quantidade de mudas por unidade de área, implicando em um uso mais intensivo de mão-de-obra, de máquinas e equipamentos e de insumos nos três primeiros anos do pomar; fase em que os insumos são aplicados levando em consideração o número de plantas e não a área. Entretanto, é preciso que o produtor tenha conhecimentos

sobre essa técnica e seu gerenciamento para obter lucros satisfatórios (ZANETTI, 2007). Em pomares mais adensados, o uso de irrigação pode aumentar o rendimento na colheita, uma vez que a elevação da produtividade, proporcionada pelo uso dessas tecnologias, é acompanhada pelo aumento do tamanho dos frutos devido à irrigação (GRIZOTTO et al., 2012). Além do adensamento dos pomares, a agricultura de precisão também é uma tecnologia que necessita de alto nível de gerenciamento da produção para sua adoção. Essa tecnologia exige que sejam feitos mapeamentos da produtividade e fertilidade dos solos dos talhões para identificar possíveis variações nas mesmas, com a correção necessária pela aplicação da quantidade correta de adubos e produtos fitossanitários.

A Tabela 35 apresenta o uso de agricultura de precisão pelos citricultores da amostra. Observa-se que essa tecnologia ainda é pouco utilizada pelos citricultores. A frequência de produtores que adotava essa tecnologia não se diferenciou significativamente entre os grupos, em que 14,71% dos citricultores irrigantes utilizavam essa tecnologia, contra 12,50% dos citricultores não irrigantes.

**Tabela 35** - Utilização de agricultura de precisão pelos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>UTILIZA AGRICULTURA DE PRECISÃO</b>						
Sim	5	14,71	8	12,50	0,762	Aceita
Não	29	85,29	56	87,50		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

A Tabela 36 mostra a média do número de plantas de citros por hectare das propriedades dos grupos de citricultores da amostra. Observa-se que não há diferença significativa entre as médias do número de plantas/ha entre os dois grupos. Para os citricultores irrigantes estimou-se, em média, 460,64 plantas/ha, enquanto para os citricultores não irrigantes, a média foi de 446,12 plantas/ha.

**Tabela 36** - Densidade dos pomares dos citricultores (plantas/hectare).

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>DENSIDADE DOS POMARES (PLANTAS/HECTARE)</b>										
	460,64	93,66	315,91	719,89	446,12	103,60	385,71	800	0,338	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D. P. = Desvio Padrão.

A gestão das propriedades citrícolas também foi investigada levando em consideração as percepções dos citricultores em relação à gestão de sua propriedade e a gestão da qualidade

da produção nas mesmas em comparação a outros citricultores de sua região. O objetivo esperado pelos citricultores com a gestão utilizada em suas propriedades também foi questionado. Para isso, foram elaboradas três afirmativas que deveriam ser respondidas pelos citricultores utilizando uma escala *likert*: (1) discordo plenamente, (2) discordo parcialmente, (3) não concordo nem discordo, (4) concordo parcialmente e (5) concordo plenamente. As três afirmativas elaboradas foram as seguintes:

- Afirmativa 1: “*Minha propriedade tem uma gestão da qualidade superior ao da média dos produtores da minha região*”.
- Afirmativa 2: “*Minha propriedade tem uma gestão administrativa superior ao da média dos produtores da minha região*”.
- Afirmativa 3: “*Meu principal objetivo com a gestão da citricultura é obter o maior lucro possível*”.

Os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva, conforme apresentado na Tabela 37. Observa-se que não há diferença estatisticamente significativa na média das respostas obtidas com as afirmativas “1”, “2” e “3” entre os grupos de citricultores. De um modo geral, os citricultores da amostra acreditavam exercer uma gestão administrativa e uma gestão da qualidade da produção superior em relação a outros produtores de laranja vizinhos, tendo como principal objetivo, como as mesmas, maximizar seus lucros.

**Tabela 37** - Percepções dos citricultores em relação à gestão das propriedades e a gestão da qualidade da produção citrícola e os objetivos esperados com as mesmas.

Afirmações	Irrigantes (N = 34)					Não irrigantes (N = 64)					Mann-Whitney U (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)*	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Freq.(n)*	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>Afirmativa 1:</b> “ <i>Minha propriedade tem uma gestão da qualidade superior ao da média dos produtores da minha região</i> ”	31	4,1	0,90	2	5	59	3,76	1	2	5	0,334	Aceita
<b>Afirmativa 2:</b> “ <i>Minha propriedade tem uma gestão administrativa superior ao da média dos produtores da minha região</i> ”	32	3,94	0,98	3	5	60	3,75	1,06	1	5	0,188	Aceita
<b>Afirmativa 3:</b> “ <i>Meu principal objetivo com a gestão da citricultura é obter o maior lucro possível</i> ”	29	4,93	0,25	4	5	60	4,83	0,45	3	5	0,998	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

\* Nem todos os citricultores responderam essas questões. Entre os 34 citricultores irrigantes, 31 responderam a afirmativa (1); 32 responderam a afirmativa (2) e 29 responderam a afirmativa (3). Entre os 64 citricultores não irrigantes, 59 responderam a afirmativa (1) e 60 responderam as afirmativas (2) e (3).

Devido à irrigação ser uma tecnologia que demanda conhecimentos específicos e habilidades gerenciais, a disponibilidade de mão-de-obra capacitada também se configura

como um fator importante para a sua adoção, como foi mostrado por Shang et al. (2012). A Tabela 38 mostra a percepção dos citricultores da amostra em relação à qualificação da mão-de-obra que trabalhava em suas propriedades. Como pode ser observado, não há diferença significativa entre as frequências de citricultores, em ambos os grupos, que indicaram possuir mão-de-obra qualificada ou muito qualificada. No grupo de irrigantes, 76,48% dos citricultores apontaram possuir mão-de-obra qualificada ou muito qualificada, contra 64,06% dos citricultores não irrigantes.

**Tabela 38 - Qualificação dos funcionários das propriedades dos citricultores.**

Variável	Irrigantes (N = 33)*		Não irrigantes (N = 56)*		Qui-quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>QUALIFICAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS</b>						
Pouco qualificados	8	23,52	15	23,43	0,791	Aceita
Qualificados/Muitos qualificados	25	76,48	41	64,06		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* 33 citricultores irrigantes e 56 citricultores não irrigantes da amostra responderam essa questão.

### 6.3.1.12. Comercialização da laranja e uso de mecanismos de gestão de riscos

A comercialização da laranja se constitui como um dos principais entraves para a organização da produção agrícola no CAI citrícola paulista. O processo crescente de integração vertical à montante da indústria processadora e o fim do contrato-padrão em 1995, resultaram no surgimento de diferentes arranjos transacionais, aumentando a complexidade da negociação entre os citricultores e as indústrias processadoras. A indústria processadora ainda se configura como o canal de comercialização predominante entre os citricultores paulistas, embora eles também possam direcionar sua produção ou parcela da mesma para barracões (*packing houses*), intermediários, varejistas, cooperativas e o mercado institucional. Além disso, o citricultor pode arrendar parte da capacidade de uma indústria e processar a sua fruta, vendendo o suco diretamente para o mercado ou, ainda, integrar-se verticalmente por meio da posse de barracões e vender a fruta *in natura* diretamente aos mercados consumidores (MELLO e PAULILLO, 2009). A Tabela 39 apresenta a frequência de citricultores nos dois grupos amostrais que vendia sua produção de laranja para um ou mais canais de comercialização na safra 2013/2014, e a Tabela 40 apresenta o percentual médio da produção de laranja vendido para cada canal de comercialização pelos grupos de citricultores da amostra na mesma safra.

**Tabela 39** - Utilização de um ou mais canais de comercialização pelos citricultores na safra 2013/2014.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>VENDE A PRODUÇÃO PARA MAIS DE UM CANAL DE COMERCIALIZAÇÃO</b>						
Sim	22	64,71	26	40,62	0,023 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>
Não	12	35,29	38	59,38		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

<sup>‡</sup> Significativo ao nível de 5%.

**Tabela 40** - Percentual da produção de laranja direcionado para cada canal de comercialização pelos citricultores na safra 2013/2014.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>PERCENTUAL DA PRODUÇÃO DE LARANJA VENDIDO PARA A INDÚSTRIA</b>										
	45,72	39,56	0	100	47,05	44,10	0	100	0,975	Aceita
<b>PERCENTUAL DA PRODUÇÃO DE LARANJA VENDIDO PARA O MERCADO DE FRUTAS FRESCAS</b>										
	50,45	40,14	0	100	36,22	40,90	0	100	0,083 <sup>†</sup>	<u>Rejeita</u>
<b>PERCENTUAL DA PRODUÇÃO DE LARANJA VENDIDO PARA OUTROS CANAIS*</b>										
	3,82	15,95	0	80	16,71	36,41	0	100	0,068 <sup>†</sup>	<u>Rejeita</u>

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Venda especialmente para uma cooperativa que processa a fruta e vende o suco para o mercado consumidor.

<sup>†</sup> Significativo ao nível de 10%.

Na Tabela 39, observa-se que 64,71% dos citricultores irrigantes vendiam a sua produção de laranja para mais de um canal de comercialização, contra 40,62% dos citricultores não irrigantes, sendo essa diferença significativa ao nível de 5%. Esse resultado indica que os citricultores irrigantes diversificavam mais os canais de comercialização utilizados em relação aos não irrigantes. A diversificação dos canais de comercialização pode ser uma estratégia importante para obter preços diferenciados na venda da laranja, conferindo maior receita ou reduzindo os impactos das variações no preço da caixa de laranja ao longo das safras.

Ao se analisar a Tabela 40 observa-se que ambos os grupos de citricultores vendiam, em média, mais de 45% de sua produção de laranja para as indústrias processadoras, sendo bastante dependentes desse canal de comercialização. No entanto, os citricultores irrigantes direcionavam, em média, um volume significativamente maior, ao nível de 10%, de sua produção para o mercado de frutas frescas (50,45%) em relação ao volume médio direcionado pelos citricultores não irrigantes para esse canal (36,22%). O percentual médio da produção vendido para outros canais, incluindo as cooperativas, era significativamente maior, ao nível de 10%, entre os citricultores não irrigantes (16,71%) do que entre os citricultores irrigantes

(3,82%). A venda para o mercado de frutas frescas é condicionada pela qualidade das frutas, pois esse canal de comercialização é mais exigente em atributos de aparência, tamanho e acidez do suco em relação às indústrias e cooperativas que compram a fruta para processá-la, o que exige tratamentos culturais diferenciados. Nesse sentido, a irrigação se configura como uma estratégia para obtenção dos parâmetros de qualidade desejados, o que pode ter contribuído para a adoção dessa tecnologia. A cooperativa abordada nesse estudo compra a fruta dos citricultores, geralmente, por meio de contratos. As frutas são destinadas para a produção de sucos de caixinha de tamanhos pequenos que são vendidos para os supermercados e, em alguns casos, vendidos para a composição das merendas escolares.

Em relação às estruturas de governança adotadas para coordenar as transações comerciais com os canais de comercialização, Mello e Paulillo (2009) identificaram que os citricultores utilizavam, de um modo geral, os contratos (estruturas híbridas) para comercializar com a indústria e o mercado *spot* para comercializar com os agentes do mercado de frutas frescas. Além disso, alguns produtores que diversificavam seus canais de comercialização vendiam parcela de sua produção por meio de contratos e outra parcela por meio de mercado *spot*, o que se caracteriza como uma forma plural de governança na comercialização da produção. A Tabela 41 apresenta os tipos de estruturas de governança utilizados pelos citricultores de ambos os grupos da amostra para vender a sua produção aos diferentes canais de comercialização na safra 2013/2014. Como pode ser observado, não há diferenças significativas entre os grupos nas frequências de citricultores que utilizavam contratos, mercado *spot* ou formas plurais de governança. Observa-se que entre os citricultores irrigantes, 14,70%, 44,11% e 41,17% vendiam sua produção via contratos, mercado *spot* e formas plurais, respectivamente. Entre os citricultores não irrigantes, 34,17% vendiam tanto via mercado *spot* como utilizando formas plurais e 31,25% vendiam a produção por meio de contratos.

**Tabela 41** - Tipos de estruturas de governança utilizados pelos citricultores na safra 2013/2014.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>ESTRUTURAS DE GOVERNANÇA UTILIZADAS</b>						
Somente contratos (híbridas)	5	14,70	20	31,25		
Somente mercado <i>spot</i>	15	44,11	22	34,37	0,200	Aceita
Formas plurais*	14	41,17	22	34,37		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Contratos + mercado *spot*; integração + contratos; integração + mercado *spot*.

O percentual da produção de laranja vendido na safra 2013/2014, utilizando as estruturas de governança citadas, também foi explorado, conforme apresentado na Tabela 42. Como pode ser observado, o percentual médio da produção vendido pelos citricultores irrigantes utilizando contratos (14,70%) era significativamente menor, ao nível de 5%, em relação ao percentual médio da produção vendido pelos citricultores não irrigantes (32,50%). Em relação à venda via mercado *spot* e formas plurais de governança, não há diferença significativa entre os grupos no percentual médio da produção vendido utilizando essas estruturas de governança. Os citricultores irrigantes vendiam, em média, 44,11% e 41,17% da produção via mercado *spot* e formas plurais de governança, respectivamente, e os citricultores não irrigantes vendiam, em média, 35,15% e 34,35% da produção via mercado *spot* e formas plurais de governança, respectivamente.

**Tabela 42** - Percentual da produção de laranja (caixas) vendido via contratos, mercado *spot* e utilizando formas plurais de governança pelos citricultores na safra 2013/2014.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>PERCENTUAL DA PRODUÇÃO DE LARANJA VENDIDO UTILIZANDO CONTRATOS</b>										
	14,70	35,94	0	100	32,50	46,42	0	100	0,046 <sup>‡</sup>	Rejeita
<b>PERCENTUAL DA PRODUÇÃO DE LARANJA VENDIDO UTILIZANDO MERCADO SPOT</b>										
	44,11	50,39	0	100	35,15	47,70	0	100	0,394	Aceita
<b>PERCENTUAL DA PRODUÇÃO DE LARANJA VENDIDO UTILIZANDO FORMAS PLURAIS</b>										
	41,17	49,95	0	100	34,35	47,87	0	100	0,448	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

‡ Significativo ao nível de 5%.

Dado que os citricultores irrigantes diversificavam mais os seus canais de comercialização, é de se esperar que os mesmos possuam uma estrutura de produção com diferentes variedades de laranja, com períodos de safra distintos e diferentes características de qualidade. Nesse sentido, a Tabela 43 apresenta a quantidade de variedades de laranja cultivada pelos grupos de citricultores da amostra. Como pode ser observado, 50% dos citricultores irrigantes cultivavam mais de quatro variedades de laranja em suas propriedades, contra 31,25% dos citricultores não irrigantes, sendo essa diferença estatisticamente significativa, ao nível de 5%, comprovando a estrutura mais diversificada dos citricultores irrigantes.



**Tabela 43** - Quantidade de variedades de laranja cultivada pelos citricultores.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>QUANTIDADE DE VARIEDADES DE LARANJA CULTIVADA</b>						
Uma variedade	2	5,88	16	25	0,038 <sup>‡</sup>	<u>Rejeita</u>
Duas ou três variedades	15	44,11	28	43,75		
Mais de quatro variedades	17	50	20	31,25		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

‡ Significativo ao nível de 5%.

Em relação às variedades de laranjas cultivadas, a Tabela 44 apresenta o percentual da área de laranja plantado com cada variedade pelos citricultores da amostra na safra 2013/2014. Observa-se que não há diferença estatisticamente significativa do percentual alocado na propriedade para cada variedade entre os grupos de citricultores. Observa-se que as principais variedades plantadas nas propriedades de ambos os grupos amostrais são a Pêra-rio e as variedades de Valência e Valência Americana. Os citricultores irrigantes destinavam, em média, 42,20% e 29,17% da área com citros nas propriedades para o plantio das variedades Pêra-rio e Valências, respectivamente. Os citricultores não irrigantes destinavam, em média, 36,65% e 31,60% da área com citros nas propriedades para o plantio dessas variedades, respectivamente.

**Tabela 44** - Percentual da cada variedade de laranja plantado nas propriedades dos citricultores na safra 2013/2014.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>VARIEDADE PÊRA-RIO</b>										
	42,20	27,41	0	100	36,65	31,51	0	100	0,100	Aceita
<b>VARIEDADE VALÊNCIA E VALÊNCIA AMERICANA</b>										
	29,17	24,12	0	76,71	31,60	31,37	0	100	0,957	Aceita
<b>VARIEDADE HAMLIN</b>										
	7,43	11,60	0	41,78	11,54	20,77	0	100	0,806	Aceita
<b>VARIEDADE NATAL</b>										
	0	0	0	0	1,56	12,50	0	100	0,466	Aceita
<b>VARIEDADE FOLHA-MURCHA</b>										
	6,73	11,94	0	47,83	7,36	18,83	0	100	0,806	Aceita
<b>VARIEDADE WESTIN</b>										
	4,26	11,11	0	45,99	5,17	22,19	0	52,10	0,648	Aceita
<b>OUTRAS VARIEDADES</b>										
	10,18	15,70	0	59,07	9,04	16,81	0	78,11	0,455	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

D.P. = Desvio Padrão.

Devido à alta volatilidade do preço da caixa de laranja (seção 4.2.2.4; capítulo 4), a diversificação das variedades de laranja e a venda da produção para diversos canais de comercialização, podem se configurar como importantes mecanismos de gestão de riscos e de obtenção de preços diferenciados pelos citricultores. Nesse sentido, a Tabela 45 apresenta o preço médio recebido pela caixa de laranja pelos citricultores, de ambos os grupos da amostra, na safra 2013/2014. Observa-se que não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos no preço médio recebido pela caixa de laranja na safra analisada. Em média, tanto os citricultores irrigantes como os citricultores não irrigantes receberam pela caixa de laranja um valor em torno de R\$ 9,50. É importante salientar que as entrevistas com os citricultores foram conduzidas em 2014 e, nesse período, vários produtores ainda estavam sofrendo com a crise enfrentada pela citricultura em 2012. Deste modo, muitos produtores, não conseguiram comercializar toda a sua produção ou venderam-na bem abaixo do preço de safras anteriores. Observa-se na Tabela 45, que tanto no grupo de citricultores irrigantes, como no grupo de citricultores não irrigantes, houve a venda da caixa de laranja por preços muito baixos na safra 2013/2014. Os produtores que receberam preços altos na safra 2013/2014, são em sua maioria, produtores que venderam a produção utilizando mais de um canal de comercialização.

**Tabela 45** - Preço médio (R\$) recebido pela caixa de laranja pelos citricultores na safra 2013/2014.

Variável	Irrigantes (N = 34)				Não irrigantes (N = 64)				Mann-Whitney U (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>PREÇO RECEBIDO PELA CAIXA DE LARANJA NA SAFRA 2013/2014</b>										
	9,58	3,95	2,3	23,26	9,70	5,14	1	42,13	0,958	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

A inclusão da citricultura na PGPM na safra 2012/2013, buscou apoiar a comercialização da laranja, reduzindo os impactos sofridos pelos citricultores devido à forte queda nos preços. A Tabela 46 mostra o acesso ao PEPRO pelos citricultores de ambos os grupos da amostra. Observa-se que não há diferenças estatisticamente significativas nas frequências de citricultores de ambos os grupos que acessaram essa política na safra 2013/2014. Entre os citricultores irrigantes, 55,88% acessaram o PEPRO na safra em questão e entre os citricultores não irrigantes, 60,93% acessaram o PEPRO na mesma safra.

**Tabela 46 - Acesso à Política de Garantia de Preço Mínimos (PGPM - PEPRO).**

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>ACESSOU O PEPRO NA SAFRA 2013/2014?</b>						
Sim	19	55,88	39	60,93	0,628	Aceita
Não	15	44,12	25	39,06		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

### **6.3.1.13. Percepções sobre os ambientes institucional e econômico da citricultura**

O ambiente institucional é formado por um conjunto de regras formais (leis, normas, etc), informais (códigos de conduta, regras de comportamento, etc) e pelas suas características de *enforcement*, ou seja, sua capacidade de cumprimento dessas restrições. Esse ambiente fornece as regras para a operação dos agentes econômicos e para a relação comercial entre os mesmos, determinando as suas estratégias e os custos de operação e transação (NORTH, 1994). A citricultura está inserida em um ambiente institucional caracterizado por uma grande assimetria de informação e alto poder de mercado por parte de empresas processadoras que comprovadamente, praticaram condutas anticompetitivas no passado. Quebra unilateral de contratos e/ou alterações nos parâmetros pré-definidos dos mesmos na compra da laranja têm sido denunciadas por produtores (CARRER, 2015).

Em um ambiente institucional onde os contratos são respeitados ou que existam soluções judiciais eficientes no caso de não cumprimento dos mesmos, as firmas teriam incentivos para alocar seus recursos de forma eficiente e operariam com baixos custos de produção e transação, podendo planejar a sua produção a longo prazo e investir em ativos permanentes (CARRER, 2015). Face à conjuntura apresentada, algumas questões do questionário semi-estruturado foram direcionadas à análise do impacto do ambiente institucional da citricultura na capacidade de investimento em novas tecnologias pelos citricultores. A Tabela 47 apresenta a frequência de citricultores de ambos os grupos amostrais que relatou ter sofrido algum tipo de problema nas transações da venda da laranja nas três últimas safras, com início em 2013/2014.

**Tabela 47** - Problemas enfrentados pelos citricultores em suas transações da venda da laranja nas últimas safras.

Variável	Irrigantes (N = 34)		Não irrigantes (N = 64)		Qui-quadrado (valores de p)	Decisões H <sub>0</sub>
	Freq.(n)	Freq.(%)	Freq.(n)	Freq.(%)		
<b>RECEBIMENTO DE PREÇO DIFERENTE DO ACORDADO</b>						
Sim	4	11,76	5	7,82	0,715*	Aceita
Não	30	88,24	59	92,18		
<b>ATRASO NO RECEBIMENTO DA FRUTA CONTRATADA</b>						
Sim	7	20,58	22	34,37	0,155	Aceita
Não	27	79,42	42	65,63		
<b>ATRASO NO PAGAMENTO DA FRUTA CONTRATADA</b>						
Sim	3	8,82	8	12,50	0,743*	Aceita
Não	31	91,17	56	87,50		
<b>RECEBIMENTO DE QUANTIDADE DE FRUTA ABAIXO DO CONTRATADO</b>						
Sim	7	20,58	8	12,50	0,290	Aceita
Não	27	79,42	56	87,50		
<b>NÃO RECEBIMENTO DA FRUTA CONTRATADA</b>						
Sim	2	5,88	6	9,37	0,710*	Aceita
Não	32	94,12	58	90,63		

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Tese de Fisher.

Observa-se na Tabela 47, que a frequência de citricultores que apontou ter sofrido cinco tipos de problemas em suas transações de laranja, não difere estatisticamente entre os grupos da amostra. Ambos sofreram de forma similar, nos últimos anos, com o recebimento de preços diferentes do acordado, com atrasos no recebimento e no pagamento da fruta contratada, com o recebimento de quantidade de fruta abaixo do contratado e o não recebimento da fruta contratada. Deste modo, essas dificuldades sofridas na comercialização da laranja não são capazes de influenciar, positivamente ou negativamente, a adoção de irrigação.

Uma questão do questionário buscou captar as percepções dos citricultores em relação aos ambientes institucional e econômico da citricultura. Para isso, foram elaboradas quatro afirmativas que deveriam ser respondidas pelos citricultores utilizando uma escala *likert*: (1) discordo plenamente, (2) discordo parcialmente, (3) não concordo nem discordo, (4) concordo parcialmente e (5) concordo plenamente. As quatro afirmativas elaboradas foram as seguintes:

- Afirmativa 1: “O mercado de laranja é muito arriscado”.
- Afirmativa 2: “Prefiro acreditar na minha intuição para vender a laranja do que usar contratos a termo”.

- Afirmativa 3: *“Tenho confiança de que o sistema judiciário garantirá meus direitos contratuais e de propriedade em caso de disputas comerciais (por exemplo, com a indústria processadora de suco ou invasões de terra)”*.
- Afirmativa 4: *“O ambiente de disputas comerciais e práticas anticompetitivas da indústria processadora de suco de laranja afetaram de forma negativa os meus investimentos na citricultura nos últimos anos, e continuam afetando as minhas expectativas em relação ao futuro da atividade”*.

A afirmativa “1” objetivou analisar a percepção dos citricultores em relação ao ambiente econômico da citricultura, as afirmativas “2” e “3” buscaram analisar as percepções do ambiente institucional da citricultura e sua capacidade de *enforcement* e a afirmativa “4” visou analisar o impacto do ambiente institucional na formação de expectativas sobre o futuro da atividade pelos citricultores. Os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva, conforme apresentado na Tabela 48. Observa-se que não há diferença estatisticamente significativa na média das respostas obtidas com as afirmativas “1”, “3” e “4” entre os grupos de citricultores. Tanto os citricultores irrigantes como os citricultores não irrigantes, em média, concordaram de maneira parcial que o mercado de laranja é bastante arriscado e que o ambiente de disputas comerciais e práticas anticompetitivas da indústria processadora de suco de laranja afetaram de forma negativa seus investimentos na citricultura nos últimos anos, e continuam afetando suas expectativas com relação ao futuro da atividade. Os citricultores de ambos os grupos, em média, discordaram parcialmente que o sistema judiciário seria capaz de garantir seus direitos contratuais e de propriedade em caso de disputas comerciais (por exemplo, com a indústria processadora de suco ou invasões de terra). Observa-se que os citricultores irrigantes, em média, discordaram parcialmente da afirmativa “2”, enquanto os citricultores não irrigantes, em média, não discordaram e nem concordaram com esta afirmativa. A diferença na média das respostas para a afirmativa “2” foi estatisticamente significativa, ao nível de 1%, indicando que os citricultores irrigantes são um pouco mais confiantes na própria intuição do que os citricultores não irrigantes. De fato, esses últimos utilizam mais contratos na venda da produção, como pode ser observado na análise da Tabela 42.

**Tabela 48** - Percepções dos citricultores em relação aos ambientes institucional e econômico da citricultura.

Afirmações	Irrigantes (N = 34)					Não irrigantes (N = 64)					Mann-Whitney U (valor de p)	Decisão H <sub>0</sub>
	Freq.(n)*	Média	D.P.	Mín.	Máx.	Freq.(n)*	Média	D.P.	Mín.	Máx.		
<b>Afirmativa 1:</b> “O mercado de laranja é muito arriscado”	32	4,71	0,92	1	5	63	4,61	1	1	5	0,593	Aceita
<b>Afirmativa 2:</b> “Prefiro acreditar na minha intuição para vender a laranja do que usar contratos a termo”	32	3,56	1,64	1	5	63	2,35	1,55	1	5	0,0009 <sup>¤</sup>	Rejeita
<b>Afirmativa 3:</b> “Tenho confiança de que o sistema judiciário garantirá meus direitos contratuais e de propriedade em caso de disputas comerciais (por exemplo, com a indústria processadora de suco ou invasão de terras)”	31	2,10	1,51	1	5	64	2,52	1,56	1	5	0,419	Aceita
<b>Afirmativa 4:</b> “O ambiente de disputas comerciais e práticas anticompetitivas da indústria processadora de suco de laranja afetaram de forma negativa meus investimentos na citricultura nos últimos anos, e continuam afetando minhas expectativas com relação ao futuro da atividade”	33	4,21	1,38	1	5	64	4,06	1,48	1	5	0,150	Aceita

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

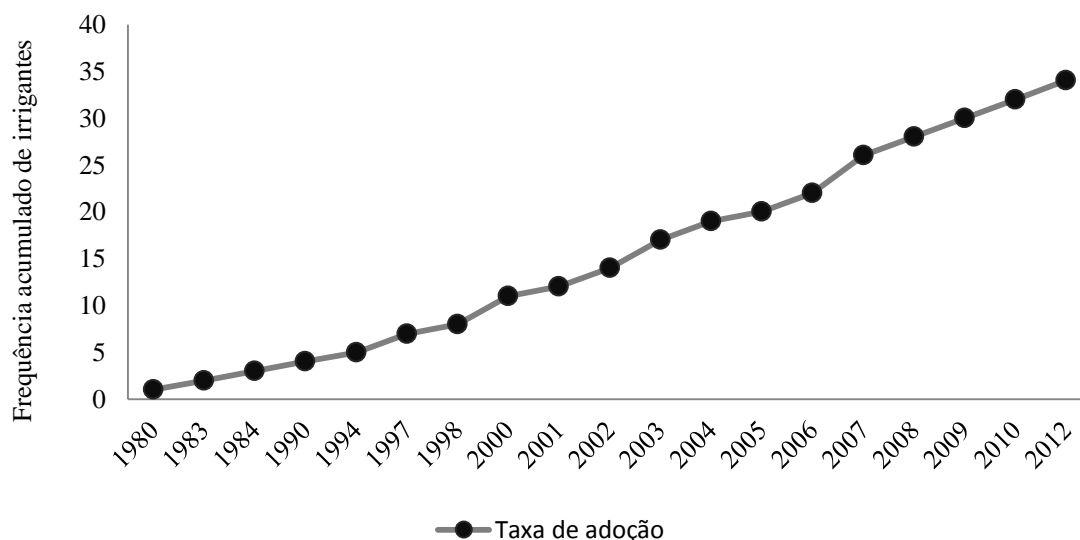
D.P. = Desvio Padrão.

\* Nem todos os citricultores responderam essas questões. Entre os 34 citricultores irrigantes, 32 responderam as afirmativas (1) e (2); 31 responderam a afirmativa (3) e 33 responderam a afirmativa (4). Entre os 64 citricultores não irrigantes, 63 responderam as afirmativas (1) e (2) e todos responderam as afirmativas (3) e (4).

¤ Significativo ao nível de 1%.

#### 6.3.1.14. Características dos citricultores irrigantes e barreiras à adoção da irrigação

Nesta seção, são apresentadas algumas informações adicionais sobre os citricultores irrigantes e não irrigantes da amostra. Os 34 citricultores irrigantes adotaram seus sistemas de irrigação entre 1980 e 2012. Com base na amostra de citricultores irrigantes foi construída uma curva de frequência acumulada de adoção de irrigação, conforme apresentado na Figura 28. Como pode ser observado, a curva de frequência acumulada possui uma tendência linear com alguns pontos de aceleração em 2000 e 2006. O aumento sutil na adoção da irrigação nesses períodos pode ser resultado de um aumento nos preços pagos pela caixa de laranja, tanto na venda para a indústria como na venda para o mercado de frutas frescas, que ocorreu entre 2000 e 2007, como pode ser observado na Figura 14 (seção 4.2.2.4., capítulo 4). Nesse período, os preços se elevaram e permaneceram relativamente estáveis até 2008, quando se iniciou um período de forte oscilação nos preços da caixa de laranja, o que pode justificar a desaceleração da curva de difusão após esse período.



**Figura 28** - Frequência acumulada de citricultores irrigantes entre 1980 e 2012.

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

Os citricultores irrigantes foram questionados sobre os principais motivos que os levaram a adotar irrigação nas propriedades de laranja, sendo esse resultado apresentado na Tabela 49. Observa-se que os principais motivos para a adoção foram a busca por aumentos de produção e produtividade dos pomares, apontado por 55,88% dos citricultores irrigantes, e as condições climáticas desfavoráveis, como altas temperaturas e baixa precipitação, apontado por 26,47% dos citricultores irrigantes.

**Tabela 49** - Principais motivos para a adoção de irrigação pelos citricultores da amostra.

Motivos para a adoção de irrigação*	Irrigantes (N = 34)	
	Freq.(n)	Freq.(%)
Aumentar a produtividade e produção	19	55,88
Condições climáticas desfavoráveis (altas temperaturas e baixa precipitação)	9	26,47
Facilitar o planejamento da produção	3	8,82
Melhoria da qualidade dos frutos	3	8,82
Crédito e informação disponível	2	5,88

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Alguns produtores mencionaram mais de um motivo para a adoção de irrigação.

Em relação à área irrigada dentro das propriedades, 50% dos 34 citricultores irrigantes informaram ter aumentado a área irrigada desde a implementação dessa tecnologia. Os citricultores também foram questionados sobre a experiência prévia com o uso de irrigação e 32,35% dos irrigantes informaram que já possuíam experiência com essa tecnologia antes de decidir adotá-la nos pomares de laranja. Devido ao fato das entrevistas terem sido feitas

aproximadamente dois anos após a crise que afetou a citricultura em 2012, questionou-se também os impactos da mesma nessa prática. Observou-se que 38,23% dos citricultores irrigantes interromperam e/ou reduziram o uso de irrigação no período da crise. Por fim, analisou-se o uso de fertirrigação pelos citricultores irrigantes e 32,35% mencionaram utilizar essa tecnologia. É importante lembrar que somente os sistemas de irrigação localizados permitem o uso eficaz de fertirrigação e, na amostra, existem 58,83% dos citricultores que irrigam utilizando sistemas localizados e 11,76% que utilizam uma combinação de sistemas localizados com aspersão ou com sistema misto (tripa) (Tabela 2; capítulo 3).

Os citricultores não irrigantes, por sua vez, foram questionados sobre os motivos que os levaram a não adotar irrigação nas propriedades e esse resultado é mostrado na Tabela 50. Como pode ser observado, o alto custo do investimento e a falta de disponibilidade de água foram apontados, respectivamente, por 67,18% e 23,43% dos citricultores não irrigantes como as principais barreiras para a adoção de irrigação.

**Tabela 50** - Motivos para a não adoção de irrigação pelos citricultores da amostra.

Motivos para a não adoção de irrigação *	Não irrigantes (N = 64)	
	Freq.(n)	Freq.(%)
Alto custo do investimento	43	67,18%
Falta de disponibilidade de água	15	23,43%
Índices pluviométricos satisfatórios	7	10,93%
Alta burocracia para obter licenças ambientais	5	7,81%
Preços baixos obtidos pela caixa de laranja	5	7,81%
Venda da caixa de laranja somente para a indústria	5	7,81%
Outros motivos**	5	7,81%

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Alguns produtores mencionaram mais de um motivo para a não adoção de irrigação.

\*\* Falta de mão-de-obra qualificada, falta de informação, região sem tradição com irrigação, complexidade de gerenciar e propriedade arrendada.

### 6.3.1.15. Síntese da estatística descritiva

Esta seção buscou apresentar uma síntese dos resultados obtidos com as estatísticas descritivas e com os testes de hipóteses, como apresentado na Tabela 51. Nessa tabela, as variáveis que se mostraram significativas para discriminar o grupo de citricultores irrigantes dos citricultores não irrigantes estão realçadas em cinza, indicando o impacto dos efeitos discriminantes e os níveis de significância encontrados.



**Tabela 51** - Síntese dos resultados obtidos por meio das estatísticas descritivas e dos testes de hipóteses para as variáveis analisadas.

Fator	Variável	Impacto do efeito discriminante	Significância estatística
Acesso às fontes de informação sobre a tecnologia	Acesso à <i>internet</i> (gratuita)	(+)	10%
	Acesso à <i>internet</i> (paga)		N/S
	Jornais e revistas de conteúdo especializado		N/S
	Técnicos de empresas privadas e autônomos		N/S
	Outros produtores de citros		N/S
	Viagens para outras regiões produtoras de citros	(+)	5%
Rede de relacionamentos	Participação em associações de produtores		N/S
	Participação em sindicatos rurais		N/S
	Participação em cooperativas agrícolas		N/S
	Participação em câmara setorial		N/S
	Participação reuniões de <i>pools</i> de produtores de citros		N/S
Orientação técnica	Particular (paga)	(+)	10%
	Fornecedor de insumo		N/S
	Organizações da agricultura		N/S
	Governamental		N/S
	Indústria processadora		N/S
	Gasto com assistência técnica paga/ha de citros		N/S
Capacitação	Participação em cursos técnicos de produção agropecuária		N/S
	Participação em congressos, simpósios, palestras e dias de campo		N/S
	Participação em cursos de irrigação	(+)	1%
Idade e Experiência	Idade		N/S
	Experiência na agricultura	(-)	5%
	Experiência na citricultura	(-)	10%
	Experiência profissional em outras áreas		N/S
	Experiência com gestão em organizações da agricultura		N/S
Conhecimento formal	Anos de estudos	(+)	10%
	Nível de escolaridade	(+)	10%
	Formação superior em área de agronomia e afins		N/S
	Formação superior em área de gestão e afins		N/S
	Formação superior em outras áreas		N/S
	Pós-graduação em área de agronomia e afins		N/S
	Pós-graduação em área de gestão e afins	(+)	5%
Acesso aos recursos financeiros	Pós-graduação em outras áreas		N/S
	Renda total do estabelecimento		N/S
	Renda oriunda da agricultura (%)		N/S
	Renda oriunda da citricultura (%)	(+)	5%
	Acesso ao crédito rural		N/S
	Valor do financiamento (R\$)	(+)	10%
Tamanho e uso da terra	Número de propriedades rurais		N/S
	Número de propriedades com citros		N/S
	Área total das propriedades com citros (ha)	(+)	5%
	Número de pés de citros nas propriedades	(+)	1%
	Volume de produção (caixas de laranja)	(+)	1%
	Área com citros (ha) na(s) propriedade(s)	(+)	5%
	Área com lavoura temporária (ha)		N/S
	Área com outras lavouras permanentes (ha)		N/S
	Área com pasto (ha)		N/S
Características físico-ambientais da propriedade rural	Disponibilidade de fontes de água	(+)	1%
	Fertilidade dos solos		N/S

(continua)

Fator	Variável	Impacto do efeito discriminante	Significância estatística
Características dos sistemas produtivos	Idade dos pomares		N/S
	Quantidade de cultivos além dos citros		N/S
	Incidência de <i>greening</i>	(-)	1%
	Perda de produção por doenças/pragas		N/S
Gestão da propriedade	Uso de planilhas eletrônicas para controle de custos de produção	(+)	1%
	Registros para controle de estoques de insumos	(+)	1%
	Registros para controle da produção e produtividade dos pomares	(+)	1%
	Sistemas informatizados de gestão ( <i>softwares</i> )	(+)	5%
	Acesso à <i>internet</i> em tempo real	(+)	1%
	Certificações		N/S
	Uso de agricultura de precisão		N/S
	Adensamento dos pomares		N/S
	Mão-de-obra qualificada		N/S
	Afirmativa (1)*		N/S
Afirmativa (2)*		N/S	
Afirmativa (3)*		N/S	
Comercialização e uso mecanismos de gestão de riscos	Uso de um ou mais canais de comercialização	(+)	5%
	% da produção vendida para indústria		N/S
	% da produção vendida para o mercado de frutas frescas	(+)	10%
	% da produção vendida para outros canais (cooperativas)	(-)	10%
	Somente uso de contratos		N/S
	Somente uso de mercado <i>spot</i>		N/S
	Uso de formas plurais de governança		N/S
	% da produção vendida utilizando contratos	(-)	5%
	% da produção vendida utilizando mercado <i>spot</i>		N/S
	% da produção vendida utilizando formas plurais de governança		N/S
	Diversificação da produção de laranjas	(+)	5%
	Percentual alocado de cada variedade de laranja		N/S
	Preço recebido pela caixa de laranja		N/S
Acesso ao PEPRO		N/S	
Percepções dos ambientes institucional e econômico	Problemas nas transações de venda de laranja		N/S
	Afirmativa (1)*		N/S
	Afirmativa (2)*	(+)	1%
	Afirmativa (3)*		N/S
	Afirmativa (4)*		N/S

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

N/S = Não significativo.

\* As afirmativas completas encontram-se nas seções 6.3.1.11 e 6.3.1.13.

A análise da Tabela 51 fornece informações fundamentais sobre a adoção de irrigação pelos citricultores. Observa-se que as variáveis que compõem o capital humano, incluindo a experiência na agricultura, na citricultura e com viagens para outras áreas citrícolas, os anos de estudo, o nível de escolaridade e a capacitação técnica dos citricultores, diferenciam os irrigantes dos não irrigantes. Os citricultores irrigantes, apesar de possuírem menos anos de experiência na atividade agropecuária e citrícola, possuem conhecimentos mais aprofundados sobre a atividade, obtidos, provavelmente, pela experiência diversificada de viagens para outras regiões produtoras e pela maior quantidade de anos de estudo. Além disso, os citricultores irrigantes possuem mais conhecimento sobre gestão da produção e da

propriedade adquiridos, possivelmente, por meio de pós-graduação realizada em áreas de gestão e afins. O maior conhecimento em gerenciamento é um fator que afeta a adoção de irrigação e a realização de cursos específicos de irrigação acompanha esse processo. O acesso à fontes modernas e especializadas de informação, como as obtidas via *internet* e por meio de consultores de empresas privadas ou autônomos, também é um fator que diferencia os irrigantes dos não irrigantes. Deste modo, o acesso ao conhecimento e informação são fatores que explicam a adoção de irrigação nos pomares de laranja localizados no centro-norte do Estado de São Paulo.

Outros fatores também se mostraram importantes para explicar a adoção de irrigação, como a composição da renda e o acesso a recursos financeiros. Os citricultores irrigantes possuem sua renda composta, principalmente, pela atividade citrícola. Além disso, utilizam mais crédito rural, sendo o valor médio financiado pelos mesmos, superior ao valor médio financiado pelos citricultores não irrigantes que tomam empréstimos. O acesso a recursos financeiros pode ser influenciado pelo tamanho do empreendimento rural. Os citricultores irrigantes possuem propriedades maiores em termos de extensão (área), produzem um volume de caixas de laranja superior, destinam uma maior parte de suas terras para a atividade citrícola e plantam um número maior de pés de citros. Além disso, suas propriedades têm maior acesso à fontes de água em relação às propriedades dos citricultores não irrigantes.

Em relação ao uso de ferramentas de gestão, os resultados das análises estatísticas indicaram que os citricultores irrigantes utilizam mais ferramentas de gestão, tanto as mais simples (planilhas e registros) como as mais sofisticadas e modernas (*softwares* e acesso à *internet* em tempo real). O uso dessas ferramentas pode ter contribuído para a adoção de irrigação, que se configura como uma tecnologia intensiva em conhecimentos gerenciais. Esses conhecimentos podem ter sido obtidos também por meio da realização de pós-graduação em área de gestão e afins pelos irrigantes. Uma melhor administração das propriedades, também pode ter contribuído para que a incidência de *greening* nas propriedades dos citricultores irrigantes seja menor em relação à incidência encontrada nas propriedades dos citricultores não irrigantes.

Os resultados também permitiram verificar que os citricultores irrigantes possuem uma estrutura produtiva mais diversificada, com o cultivo de um número maior de variedades de laranja e vendem a sua produção para um número maior de canais de comercialização. Além da venda para a indústria, os citricultores irrigantes direcionam um percentual maior da produção para o mercado de frutas frescas, onde as exigências de qualidade demandam tratos

culturais diferenciados, como o uso de irrigação. Devido à comercialização de maior parcela da produção para o mercado de frutas frescas, os citricultores irrigantes fazem menor uso de contratos na venda da laranja.

### **6.3.2. Análise dos determinantes da adoção e da intensidade de adoção de irrigação por meio do modelo: *double-hurdle***

Nesta seção, são apresentados os resultados das estimações dos modelos *double-hurdle*, procurando identificar os determinantes da adoção e da intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores. Nesta tese, como já mencionado, a hipótese principal é que ambas as decisões são influenciadas por um efeito combinado de diversos fatores, assim, foram elaboradas 16 hipóteses secundárias em relação aos fatores específicos que poderiam afetar a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos produtores de laranja. Para testar cada uma das hipóteses foram utilizadas variáveis explicativas como *proxies*. Testes de razão de verossimilhança (*likelihood ratio tests*) foram realizados para testar tanto a robustez dos modelos *double-hurdle*, como para analisar a superioridade dos mesmos em relação a modelos *Tobit* equivalentes, ou seja, que analisaram as mesmas variáveis explicativas, na análise das decisões de adoção e da intensidade de adoção de irrigação na produção citrícola paulista.

#### **6.3.2.1. Estimções dos modelos *double-hurdle***

Conforme estabelecido na seção 3.3.2. (capítulo 3), a variável dependente do primeiro *hurdle* é binária, assumindo valor “1” para citricultores que adotam a irrigação e “0” para citricultores que não adotam irrigação. A variável dependente do segundo *hurdle* é contínua e representa a porcentagem de área irrigada na produção de citros das propriedades. As variáveis explicativas utilizadas como *proxies* nos modelos DH para testar as hipóteses acerca dos fatores que afetam essas decisões são apresentadas no Quadro 4. Nele, também são apresentados os impactos esperados das variáveis na adoção e na intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores e quais variáveis se relacionam com cada uma das 16 hipóteses elaboradas.

**Quadro 4** - Descrição e impacto das variáveis explicativas utilizadas nos modelos *double hurdle* para testar hipóteses sobre a adoção e a intensidade de adoção de irrigação pelos citricultores da amostra.

Hipóteses	Variáveis e códigos utilizados	Descrição das variáveis (unidades de medida e natureza)	Sinal esperado	
			Adoção	Intensidade de adoção
H <sub>1</sub>	Informação (INFO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acesso às fontes de informação gratuitas (<i>internet</i>, jornais e revistas e outros produtores) = 1;</li> <li>• Caso contrário = 0 (<i>dummy</i>)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>2</sub>	Rede de relacionamentos (ASSOC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação em associações de produtores (por exemplo, Associtrus) = 1;</li> <li>• Caso contrário = 0 (<i>dummy</i>)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>3</sub>	Orientação técnica (ASSISP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assistência técnica paga = 1;</li> <li>• Caso contrário = 0 (<i>dummy</i>)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>4</sub>	Capacitação (CURSO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação em cursos relacionados à irrigação = 1;</li> <li>• Caso contrário = 0 (<i>dummy</i>)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>5</sub>	Escolaridade (EDUC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anos de escolaridade formal do citricultor (contínua)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>6</sub>	Experiência (EXPC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anos exercendo a atividade citrícola (contínua)</li> </ul>	(-)	(-)
H <sub>7</sub>	Composição da renda (RENDA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mais de 50% da renda total é oriunda da atividade citrícola = 1;</li> <li>• Caso contrário = 0 (<i>dummy</i>)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>8</sub>	Disponibilidade de água (AGUA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acesso à fontes de água na propriedade = 1;</li> <li>• Caso contrário = 0 (<i>dummy</i>)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>9</sub>	Fertilidade (FERT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de fertilidade do solo elaborado com base na percepção do citricultor: 1 = pouco fértil; 2 = fértil; 3 = muito fértil (contínua)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>10</sub>	Tamanho (TAM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área total do empreendimento rural (hectares) (contínua)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>11</sub>	Adensamento (DENS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de plantas de citros por hectare de citros plantado (contínua)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>12</sub>	Diversificação da produção (VARIE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice <i>Herfindahl-Hirschman</i> (HHI) calculado a partir da área total da propriedade e da área com as diferentes variedades de laranjas cultivadas. Ele pode apresentar valores entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1, mais concentrada a produção citrícola em apenas uma variedade de laranja (contínua)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>13</sub>	Crédito (CRED)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acesso ao crédito rural = 1;</li> <li>• Caso contrário = 0 (<i>dummy</i>)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>14</sub>	Gestão (SOFIS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de ferramentas de gestão sofisticadas utilizada (<i>softwares</i>, <i>internet</i>, agricultura de precisão, certificação) (discreta: assumindo valores entre 1 e 4)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>15</sub>	Uso de contratos (CONTR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza contratos (a termo ou de longo prazo) na venda da produção de laranja = 1;</li> <li>• Caso contrário = 0 (<i>dummy</i>)</li> </ul>	(+)	(+)
	Diversificação dos canais (CANAIS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de canais de comercialização utilizada para a venda da laranja (contínua)</li> </ul>	(+)	(+)
H <sub>16</sub>	Enforcement do Ambiente Institucional (ENFOR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores a partir de uma escala <i>likert</i>: (1) discordo plenamente, (2) discordo parcialmente, (3) não concordo nem discordo, (4) concordo parcialmente e (5) concordo plenamente, em relação à afirmação: “Tenho confiança de que o sistema judiciário garantirá meus direitos contratuais e de propriedade em caso de disputas comerciais (por exemplo, com a indústria processadora de suco ou com invasão de terras)”</li> </ul>	(-)	(-)

Fonte: elaborado pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

Antes de se estimar os modelos *double-hurdle*, foram realizados testes para verificar a presença de multicolinearidade ou colinearidade<sup>72</sup> entre as variáveis explicativas a serem utilizadas nos modelos, como mencionado na metodologia. O uso do mecanismo de *Variance inflation factor* (VIF) para esse fim indicou que nenhuma das variáveis explicativas quantitativas utilizadas nos modelos DH apresentou VIF superior a cinco, não havendo, portanto, correlação significativa entre as mesmas<sup>73</sup>. Do mesmo modo, as variáveis qualitativas também não se mostraram altamente correlacionadas, pois apresentaram Coeficientes de Contingência (CC) < 0,5. Esses resultados são apresentados no APÊNDICE E. A falta de alta associação entre as variáveis explicativas a serem utilizadas nos modelos DH indica que as estimativas obtidas com os mesmos são consistentes e provavelmente não enviesadas. Foram estimados quatro modelos *double-hurdle*. A escolha das variáveis que foram utilizadas em cada modelo foi feita por meio do método de seleção *stepwise*, em que variáveis significativas são colocadas nos modelos e variáveis não significativas são retiradas dos mesmos, de acordo com critérios estabelecidos. Esse processo começa a partir da definição de um modelo inicial (HOSMER e LEMESHOW, 2000).

Nesse estudo, o modelo 1 (inicial) incluiu cinco variáveis explicativas referentes às características dos citricultores e seu acesso à informação (EDUC, CURSO, EXPC, ASSOC e INFO). No modelo 2, mantiveram-se as variáveis explicativas significativas no modelo 1 (em ambos os *hurdles*) e acrescentaram-se cinco variáveis explicativas referentes às características das propriedades e dos sistemas produtivos dos citricultores (TAM, VARIE, DENS, FERT e RENDA). Em relação a essas variáveis algumas considerações são importantes. A variável RENDA objetivou medir o grau de dependência do produtor da atividade citrícola, ou seja, se a sua estrutura produtiva é voltada, principalmente, para o cultivo da laranja. A variável DENS foi utilizada nos modelos na sua forma linear e quadrática ( $DENS^2$ ), buscando analisar mais profundamente de que forma o adensamento dos pomares interfere na adoção de irrigação, dado que ambas as práticas visam o aumento de produtividade. No modelo 3, mantiveram-se as variáveis explicativas significativas no modelo 2 (em ambos os *hurdles*) e acrescentaram-se quatro variáveis explicativas referentes aos mecanismos de gerenciamento da atividade citrícola e gestão de riscos na comercialização da laranja (ASSISP, SOFIS, CONTR e CANAIS) e, por fim, no modelo 4, mantiveram-se as variáveis explicativas

---

<sup>72</sup> Multicolinearidade se refere à existência de relação linear entre uma variável explicativa e as demais do modelo, enquanto que a colinearidade se refere à existência de relação linear entre duas variáveis explicativas do modelo e pode ser identificada por meio de uma matriz de correlação (GREENE, 2002).

<sup>73</sup> As variáveis DENS e  $DENS^2$  apresentam alta correlação entre si, mas por se tratarem de uma mesma variável não influenciam nos resultados dos modelos estimados.

significativas no modelo 3 (em ambos os *hurdles*) e acrescentaram-se duas variáveis explicativas referentes às características do ambiente institucional da citricultura (CRED e ENFOR). Atribuiu-se o nível de significância de 10% ou menos para a permanência das variáveis nos modelos.

As estatísticas dos quatro modelos DH estimados (“1”, “2”, “3” e “4”) são apresentadas na Tabela 52. Em todos os modelos, a hipótese nula ( $H_0$ ) de que todos os parâmetros ( $\beta$ ) são iguais a zero foi rejeitada ao nível de 5% de significância (“Prob >  $X^2$ ” < 0,05) por testes de razão de verossimilhança, permitindo que os quatro modelos fossem utilizados para explicar a adoção e a intensidade de adoção pelos citricultores. Os testes de razão de verossimilhança indicaram também, superioridade dos modelos DH “2”, “3” e “4” em relação aos seus modelos *Tobit* equivalentes (“2”, “3” e “4”), aos níveis de significância de 10%, 1% e 1%, respectivamente. Deste modo, assumiu-se que, para o conjunto de dados da amostra, as decisões de adoção e de intensidade de adoção de irrigação são tomadas de forma separada e independente e, por isso, as análises serão baseadas nos resultados obtidos com os modelos *double-hurdle*. O modelo “1” se mostrou significativamente superior ao *Tobit* equivalente ao nível de 15%. Embora esse nível de significância não seja considerado ideal estatisticamente, esse modelo foi incluído nas análises, dado que o modelo DH “1” e o seu modelo *Tobit* equivalente (“1”) apresentaram as mesmas variáveis significativas e com mesmos impactos (ASSOC e CURSO). A Tabela 52 também apresenta as estatísticas dos modelos *probit* e das regressões truncadas de cada um dos quatro modelos *double-hurdle* estimados, além das estatísticas dos quatro modelos *Tobit* equivalentes aos modelos DH.

**Tabela 52** - Estatísticas dos modelos *probit*, das regressões truncadas, dos modelos *double-hurdle* e dos modelos *Tobit* equivalentes.

Modelos	Estatísticas dos modelos					<i>Correctly classified</i>	
	Log-pseudolikelihood	Nº de observações*	Wald $\chi^2$ ()**	Prob > $\chi^2$	Teste F		Prob > F
<i>Probit</i> (modelo 1)	- 51,252247	97	16,87 (5)	0,0048			76,29%
<i>Probit</i> (modelo 2)	- 46,08944	96	29,52(8)	0,0003			72,92%
<i>Probit</i> (modelo 3)	- 43,485587	96	29,76 (10)	0,0009			76,04%
<i>Probit</i> (modelo 4)	- 39,385684	93	38,20 (10)	0,0000			78,49%
Regressão truncada (modelo 1)	- 154,28894	33	19,45(5)	0,0016			
Regressão truncada (modelo 2)	- 152,75449	34	46,24(8)	0,0000			
Regressão truncada (modelo 3)	-149,4464	34	56,38(10)	0,0000			
Regressão truncada (modelo 4)	- 134,27888	31	77,21(10)	0,0000			
<i>Double-hurdle</i> (modelo 1)	- 205,54118	97	16,87(5)	0,0048			
<i>Double-hurdle</i> (modelo 2)	- 198,84317	96	29,52(8)	0,0003			
<i>Double-hurdle</i> (modelo 3)	- 192,93198	96	29,76(10)	0,0009			
<i>Double-hurdle</i> (modelo 4)	- 173,66456	93	38,20(10)	0,0000			
<i>Tobit</i> (modelo 1)	- 208,31627	97			8,33(5)	0,0000	
<i>Tobit</i> (modelo 2)	- 206,89097	96			7,44(8)	0,0000	
<i>Tobit</i> (modelo 3)	- 205,35576	96			6,41(10)	0,0000	
<i>Tobit</i> (modelo 4)	- 187,97515	93			8,08(10)	0,0000	
<i>Double-hurdle vs Tobit</i> (modelo 1)	Teste de razão de verossimilhança: $\Gamma(5,55) > X^2(6) *** = 12,59$ (significativo ao nível de 15%)						
<i>Double-hurdle vs Tobit</i> (modelo 2)	Teste de razão de verossimilhança: $\Gamma(16,09) > X^2(9) = 14,68$ (significativo ao nível de 10%)						
<i>Double-hurdle vs Tobit</i> (modelo 3)	Teste de razão de verossimilhança: $\Gamma(24,84) > X^2(11) = 24,72$ (significativo ao nível de 1%)						
<i>Double-hurdle vs Tobit</i> (modelo 4)	Teste de razão de verossimilhança: $\Gamma(28,62) > X^2(11) = 24,72$ (significativo ao nível de 1%)						

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* O número de observações dos modelos *probit*, *double-hurdle* e *Tobit* é menor do que o total da amostra de citricultores (98) devido à falta de informações em algumas das variáveis explicativas utilizadas. O mesmo ocorre com o número de observações das regressões truncadas para o número total de citricultores irrigantes (34).

\*\* Os números em parênteses indicam o grau de liberdade do teste, que equivale ao número de variáveis explicativas utilizado.

\*\*\* O teste de razão de verossimilhança leva em consideração o número de variáveis explicativas mais o intercepto dos modelos para encontrar a estatística tabelada da distribuição do qui-quadrado ( $X^2$ ).



Optou-se por apresentar os resultados dos modelos DH de forma separada (modelos *probit* e regressões truncadas) para facilitar a observação e a análise dos dados. A Tabela 53 apresenta as estimativas do primeiro *hurdle* dos quatro modelos, ou seja, das regressões *probit* que analisaram os determinantes da adoção de irrigação. Nessa tabela, as colunas (1), (4), (7) e (10) mostram os coeficientes ( $\beta$ ) de cada variável explicativa, as colunas (2), (5), (8) e (11) o efeito marginal médio (EMM) das mesmas. Os respectivos desvios padrões de cada um desses parâmetros estão indicados entre parênteses. As colunas (3), (6), (9) e (12) mostram os valores de p, tanto dos coeficientes ( $\beta$ ) como dos efeitos marginais de cada variável. Devido à superioridade dos modelos DH para a análise dos dados, como mostrado pela Tabela 52, a Tabela 53 não apresenta os resultados obtidos com os quatro modelos *Tobit* equivalentes, sendo os mesmos apresentados no APÊNDICE F. Os modelos *probit* “1”, “2”, “3” e “4” predizem corretamente 76,29%, 72,92%, 76,04% e 78,49% dos casos, respectivamente, como mostrado pela Tabela 52.

**Tabela 53 - Resultados dos modelos *probit* obtidos com os quatro modelos *double-hurdle*.**

Variáveis	Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3			Modelo 4		
	Coluna (1)	Coluna (2)	Coluna (3)	Coluna (4)	Coluna (5)	Coluna (6)	Coluna (7)	Coluna (8)	Coluna (9)	Coluna (10)	Coluna (11)	Coluna (12)
	Coeficientes (D. P.) <sup>†</sup>	EMM (D. P.) <sup>‡</sup>	Valores de p (Coef./EMM)	Coeficientes (D. P.) <sup>†</sup>	EMM (D. P.) <sup>‡</sup>	Valores de p (Coef./EMM)	Coeficientes (D. P.) <sup>†</sup>	EMM (D. P.) <sup>‡</sup>	Valores de p (Coef./EMM)	Coeficientes (D. P.) <sup>†</sup>	EMM (D. P.) <sup>‡</sup>	Valores de p (Coef./EMM)
EDUC	0,0290 (0,0454)	0,0086 (0,0134)	0,523 e 0,518									
CURSO	1,4306* (0,4152)	0,4996* (0,1222)	0,001 e 0,000	1,7845* (0,4665)	0,5375* (0,1075)	0,000 e 0,000	1,4188* (0,5148)	0,4252* (0,1376)	0,006 e 0,002	1,8450* (0,6263)	0,5107* (0,1424)	0,003 e 0,000
EXPC	- 0,0191 (0,0138)	- 0,0057 (0,0041)	0,168 e 0,165									
ASSOC	0,5207*** (0,3146)	0,1597*** (0,0957)	0,098 e 0,095	0,2929 (0,3148)	0,0802 (0,0889)	0,352 e 0,367						
INFO	- 0,4788 (0,3154)	- 0,1394 (0,0869)	0,129 e 0,109									
DENS				0,0116 (0,0106)	0,00004 (0,0005)	0,277 0,935	0,0064 (0,0118)	- 0,0002 (0,0006)	0,582 0,704	0,0192 (0,0150)	- 0,0003 (0,0005)	0,198 0,551
DENS <sup>2</sup>				- 0,00001 (0,00001)		0,216	- 0,000008 (0,00001)		0,474	- 0,00002 (0,00001)		0,140
VARIE				- 1,0909 (0,7986)	- 0,2945 (0,2041)	0,172 e 0,149	- 1,2229 (0,9452)	- 0,3130 (0,2254)	0,196 e 0,165			
TAM				0,0007 (0,0006)	0,0002 (0,0001)	0,250 e 0,247						
FERT				0,4626*** (0,2503)	0,1249*** (0,0670)	0,065 e 0,063	0,3059 (0,2694)	0,0782 (0,0685)	0,256 e 0,253	0,3344 (0,2888)	0,0784 (0,0668)	0,247 e 0,240
RENDA				0,9034* (0,3030)	0,2586* (0,0839)	0,003 e 0,002	0,7908* (0,2939)	0,2170* (0,0822)	0,007 e 0,008	0,8526* (0,7076)	0,2146* (0,0812)	0,006 e 0,008
ASSISP							0,1317 0,3328	0,0341 (0,0871)	0,692 e 0,696			
SOFIS							0,3203** (0,1439)	0,0820** (0,0366)	0,026 e 0,025	1,3057* (0,1556)	0,0716** (0,0361)	0,050 e 0,047
CONTR							- 0,7022** (0,3570)	- 0,1865** (0,0891)	0,049 e 0,036	- 0,7204*** (0,3841)	- 0,1740*** (0,0888)	0,061 e 0,052
CANAIS							0,2576 (0,3365)	0,0659 (0,0861)	0,444 e 0,444	0,4380 (0,3740)	0,1027 (0,0859)	0,242 e 0,232
CRED										0,6898** (0,3310)	0,1553** (0,0717)	0,037 e 0,048
ENFOR										- 0,1416 (0,1230)	- 0,0332 (0,0287)	0,250 e 0,230

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014). ‡ desvios-padrões obtidos pelo método *Deltha*; † desvios-padrões robustos para heterocedasticidade; \* Significativo ao nível de 1%; \*\* Significativo ao nível de 5%; \*\*\* Significativo ao nível de 10%.

*(i) Análise dos resultados dos modelos Probit (Primeiro hurdle)*

Nas regressões *Probit* do primeiro estágio dos quatro modelos *double hurdle*, foram analisadas 17 variáveis explicativas no total (Tabela 53). No modelo 1, entre as cinco variáveis analisadas, a participação dos citricultores em cursos relacionados à irrigação (CURSO) e em associações de produtores (ASSOC) apresentou um impacto positivo e significativo aos níveis de 1% e 10%, respectivamente, na adoção de irrigação. Os impactos dessas variáveis estão de acordo com os resultados empíricos encontrados na literatura. Nesse modelo, os citricultores que participam de cursos e de associações têm, respectivamente, 49,96 pontos percentuais (p.p.) e 15,97p.p. mais probabilidade de adotar irrigação do que citricultores que não participam dos mesmos. As variáveis que mediram os anos de estudo dos citricultores (EDUC), a experiência na citricultura (EXPC) e o acesso às fontes de informação gratuitas (INFO) não se mostraram estatisticamente significativas nesse modelo.

No modelo 2, verificou-se que a variável que mede a participação dos citricultores em associações de produtores (ASSOC) deixa de ser significativa para explicar a adoção de irrigação, quando se introduz variáveis explicativas relacionadas às características das propriedades e dos sistemas de produção dos citricultores. Entre as oito variáveis analisadas nesse modelo, a participação em cursos de irrigação (CURSO), a percepção dos citricultores sobre a fertilidade dos solos de suas propriedades (FERT) e a renda oriunda da atividade citrícola (RENDA) apresentaram impactos positivos e significativos aos níveis de 1%, 10% e 1%, respectivamente, na adoção de irrigação. Os impactos dessas variáveis estão de acordo com os resultados empíricos encontrados na literatura. Nesse modelo, a participação em cursos de irrigação, a percepção dos citricultores de que os solos de suas propriedades são férteis ou muito férteis e a obtenção de mais de 50% da renda total da atividade citrícola, aumentam a probabilidade de adoção de irrigação em 53,75p.p., 12,49p.p. e 25,86p.p., respectivamente. Não foi possível utilizar a variável que mede a disponibilidade de água (AGUA) nesse modelo, pois 100% dos citricultores irrigantes possuem fontes de água dentro das propriedades, não gerando uma probabilidade de adoção. As variáveis que mediram o índice de diversificação da produção de laranja (VARIE), o adensamento dos pomares (DENS e DENS<sup>2</sup>) e o tamanho das propriedades (TAM) não apresentaram impactos significativos na adoção de irrigação nesse modelo.

No modelo 3, a variável que mede a percepção dos citricultores em relação à fertilidade dos solos de suas propriedades (FERT) deixa de ser significativa quando são introduzidas ao modelo variáveis explicativas relacionadas à gestão da atividade citrícola e de

gestão de riscos na comercialização da produção. Entre as dez variáveis analisadas nesse modelo, quatro se mostraram significativas para a adoção de irrigação: CONTR, CURSO, RENDA e SOFIS. O uso de contratos apresentou um impacto negativo e significativo, ao nível de 5%, na adoção de irrigação, contrariando os resultados empíricos encontrados na literatura de adoção de tecnologias. Nesse modelo, os citricultores que não se utilizam de contratos na venda da laranja têm uma probabilidade 18,65p.p. maior de adotar irrigação. A participação em cursos de irrigação (CURSO), a composição da renda majoritariamente pela atividade citrícola (RENDA) e a quantidade de ferramentas de gestão mais sofisticadas utilizada (SOFIS) apresentaram impactos significativos e positivos na adoção de irrigação pelos citricultores aos níveis de 1%, 1%, 5%, respectivamente. O impacto dessas variáveis está de acordo com os resultados empíricos encontrados na literatura. Nesse modelo, a participação em cursos e a alta dependência da atividade citrícola aumentam em 42,52p.p. e 21,70p.p., respectivamente, a probabilidade de adotar irrigação pelos citricultores, e o aumento em uma unidade na quantidade de ferramentas de gestão mais sofisticadas utilizada aumenta em 8,20p.p. a probabilidade de adotar essa tecnologia. As variáveis que mediram o índice de diversificação da produção de laranja (VARIE), o adensamento dos pomares (DENS e DENS<sup>2</sup>), o recebimento de assistência paga (ASSISP) e a quantidade de canais de comercialização utilizada (CANAIS) não apresentaram impactos significativos na adoção de irrigação nesse modelo.

Por fim, no modelo 4, entre as dez variáveis analisadas, cinco mostraram impactar significativamente a adoção de irrigação: CURSO, RENDA, CONTR, SOFIS e CRED. Somente a variável CONTR apresentou um impacto contraditório aos resultados encontrados na literatura. De acordo com esse modelo, o uso de contratos impacta de maneira negativa e significativa, ao nível de 10%, a adoção de irrigação, sendo que a sua utilização reduz em 17,40p.p. a probabilidade de adoção dessa tecnologia pelos citricultores. Verificou-se um impacto positivo e significativo da participação em cursos de irrigação (CURSO), da alta dependência da atividade citrícola (RENDA), do uso de ferramentas de gestão sofisticadas e da utilização de crédito rural (CRED) na adoção de irrigação pelos citricultores, aos níveis de 1%, 1%, 5% e 5%, respectivamente. Nesse modelo, os citricultores que participam de cursos de irrigação, que dependem bastante da atividade citrícola e que utilizam crédito rural têm 51,07p.p., 21,46p.p. e 15,53p.p., respectivamente, mais probabilidade de adotar sistemas de irrigação em suas propriedades. Já o aumento em uma unidade na quantidade de ferramentas de gestão mais sofisticadas utilizada aumenta em 7,16p.p. a probabilidade de adotar essa

tecnologia. As variáveis que mediram o adensamento dos pomares (DENS e DENS<sup>2</sup>), a fertilidade dos solos (FERT), a quantidade de canais de comercialização utilizada (CANAIS) e a percepção da capacidade de *enforcement* do ambiente institucional da citricultura (ENFOR) não apresentaram impactos estatisticamente significativos na adoção de irrigação nesse modelo.

A análise dos quatro modelos DH permitiu a obtenção de informações importantes sobre a adoção de irrigação pelos citricultores. Essa tecnologia é intensiva em conhecimentos e em habilidades gerenciais, deste modo, os citricultores que são mais capacitados por meio da participação em cursos direcionados à irrigação e que adotam em suas propriedades mecanismos de gestão mais sofisticados, são mais propensos a adotar essa tecnologia, pois dominam o conhecimento e possuem a *expertise* necessária para a sua operacionalização de forma eficaz. O uso de mecanismos mais sofisticados para gerenciar a produção também pode resultar em melhor alocação de recursos na propriedade, levando à adoção de novas tecnologias. Esses fatores se mostraram capazes de discriminar significativamente o grupo de citricultores irrigantes do grupo de citricultores não irrigantes, como apresentado pelas estatísticas descritivas. A participação em cursos e o uso de ferramentas de gestão sofisticadas podem aumentar a probabilidade de adoção de irrigação nos pomares de laranja, de acordo com os modelos DH estimados.

O conhecimento sobre uma tecnologia também pode ser obtido por meio da rede de relacionamentos do produtor. Os citricultores que participam de associações de produtores se mostraram mais propensos a adotar irrigação. Embora nos últimos anos muitas associações cítricas tenham desaparecido ou perdido representatividade, esse tipo de arranjo formal ainda exerce um papel fundamental na citricultura paulista. É através dessas associações, com destaque para a Associtrus, que as reivindicações dos citricultores alcançam a rede política desse complexo, que ainda está altamente concentrada nas ações das indústrias processadoras. O associativismo também permite aos produtores o acesso à informações e a troca de experiências. Apesar de sua importância, na citricultura, há uma baixa participação dos produtores nesse tipo de arranjo; desta forma, os produtores que participam ativamente das mesmas, provavelmente, possuem características diferenciadas, sendo mais engajados na atividade, o que também pode explicar a adoção de tecnologias pelos mesmos. A participação em associações, embora não tenha sido capaz de diferenciar estatisticamente o grupo de citricultores irrigantes do grupo de citricultores não irrigantes nas estatísticas descritivas, se mostrou um fator determinante na adoção dessa tecnologia nos modelos DH estimados. Nesse

caso, observou-se que a participação em associações pode elevar em 15,97p.p. a probabilidade de adotar irrigação pelos citricultores.

A alta dependência da atividade citrícola como fonte de renda mostrou-se capaz de afetar significativamente a adoção de irrigação pelos citricultores. Os produtores cuja renda total é composta majoritariamente pela venda da laranja se mostraram mais propensos a adotar irrigação. Os resultados da estatística descritiva mostraram que o percentual oriundo da atividade citrícola é significativamente superior no grupo de citricultores irrigantes. Deste modo, produtores que dependem mais dessa atividade, provavelmente, investem mais em tecnologias capazes de otimizar economicamente o uso de seus recursos produtivos (*inputs*). De acordo com os modelos DH, a maior dependência da atividade pode elevar a probabilidade de adotar irrigação pelos citricultores.

Outro fator importante relacionado às características das propriedades dos citricultores que afeta a adoção de irrigação refere-se à fertilidade dos solos das propriedades. Os citricultores que apontaram possuir solos férteis ou muito férteis têm 12,49p.p a mais de probabilidade de adotar irrigação em suas propriedades. Em solos mais férteis, a resposta das culturas à irrigação pode ser superior do que em solos menos férteis, o que pode potencializar os impactos do uso dessa tecnologia. Apesar de não ser analisada nos modelos DH, a disponibilidade de água nas propriedades se mostrou um fator determinante para a adoção de irrigação. A totalidade dos citricultores que irriga seus pomares tem acesso à fontes de água dentro de suas propriedades, o que pode reduzir os custos variáveis de se implementar sistemas de irrigação, viabilizando a adoção dessa tecnologia.

A implementação e a manutenção de sistemas de irrigação são bastante custosas para um produtor. Desta forma, o uso de crédito rural é um fator que se mostrou determinante para a adoção dessa tecnologia. Os citricultores que adotam irrigação fazem mais uso dessa política agrícola. De acordo com os modelos DH, o uso de financiamento agrícola pode elevar a probabilidade de adoção de irrigação em 15,53p.p.

A comercialização da laranja é um dos principais fatores de risco na citricultura. Além da incerteza resultante da variação nos preços inerente a qualquer atividade agrícola, a ausência de um mecanismo de precificação para a caixa de laranja e a relação conflituosa entre vários produtores e a indústria processadora, intensificam o risco dessa atividade. A indústria processadora se constitui como o principal canal de comercialização utilizado pelos citricultores e a venda para a mesma é feita, principalmente, por meio de contratos (a termo ou de longo prazo). A adoção de contratos para coordenar a venda da laranja pode se

constituir como um mecanismo de segurança para a produção, permitindo aos citricultores investir em novas tecnologias intensivas no uso de capital. Entretanto, os modelos DH apontaram o uso de contratos como um fator que afeta negativamente a adoção de irrigação, reduzindo a probabilidade de adoção pelos citricultores. Esse resultado está associado ao fato de que, apesar dos citricultores irrigantes venderem parcela de sua produção para a indústria, eles participam ativamente do mercado de frutas frescas para escoar a sua produção. Nesse último são utilizadas, estruturas de governança mais flexíveis, como o mercado *spot*<sup>74</sup>. Dado que a irrigação é capaz de aumentar a produtividade e melhorar as características físico-químicas dos frutos, esses citricultores possuem frutos de melhor qualidade e, assim, conseguem atender as exigências desses mercados consumidores.

A Tabela 54 apresenta as estimativas do segundo *hurdle* dos quatro modelos DH estimados, ou seja, das regressões truncadas que analisaram os determinantes da intensidade de adoção de irrigação. Nessa tabela, as colunas (1), (4), (7) e (10) mostram os coeficientes ( $\beta$ ) de cada variável explicativa, as colunas (2), (5), (8) e (11) o efeito marginal médio condicionado (EMMC) e as colunas (3), (6), (9), (12) o efeito marginal médio incondicionado (EMMI) de cada variável explicativa. Os valores de p de todos os parâmetros de cada variável explicativa são apresentados na Tabela 55. Como já mencionado, a separabilidade do modelo DH, em um modelo *probit* e uma regressão truncada, não indica separabilidade total na análise dos seus dados. Os efeitos marginais médios incondicionados (EMMIs)<sup>75</sup> caracterizam-se por serem os impactos das variáveis explicativas na intensidade de adoção levando em consideração os dois *hurdles* dos modelos DH.

---

<sup>74</sup> Foi encontrada uma correlação alta e negativa entre as variáveis que mediram o percentual da produção destinado para o mercado de frutas frescas e o uso de contratos (Coeficiente de Correlação Ponto Bisserial = 0,79).

<sup>75</sup> O EMMI também é chamado de *Unconditional Average Partial Effect* (UAPE) e o EMMC também é chamado de *Conditional Average Partial Effect* (CAPE), como apresentado na seção 3.3.2.

**Tabela 54** - Resultados das regressões truncadas obtidos com os quatro modelos *double-hurdle*.

Variáveis	Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3			Modelo 4		
	Coluna (1)	Coluna (2)	Coluna (3)	Coluna (4)	Coluna (5)	Coluna (6)	Coluna (7)	Coluna (8)	Coluna (9)	Coluna (10)	Coluna (11)	Coluna (12)
	Coeficientes (D. P.) <sup>†</sup>	EMMC (CAPE) (D. P.) <sup>‡</sup>	EMMI (UAPE) (D. P.) <sup>‡</sup>	Coeficientes (D. P.) <sup>†</sup>	EMMC (CAPE) (D. P.) <sup>‡</sup>	EMMI (UAPE) (D. P.) <sup>‡</sup>	Coeficientes (D. P.) <sup>†</sup>	EMMC (CAPE) (D. P.) <sup>‡</sup>	EMMI (UAPE) (D. P.) <sup>‡</sup>	Coeficientes (D. P.) <sup>†</sup>	EMMC (CAPE) (D. P.) <sup>‡</sup>	EMMI (UAPE) (D. P.) <sup>‡</sup>
EDUC	1,2367 (2,9689)	0,9420 (2,3141)	0,6255 (0,9027)									
CURSO	49,9545* (16,5463)	41,5834* (13,3512)	28,5785* (9,9439)	12,8175 (16,5064)	10,3271 (14,0006)	24,3300 (18,0103)	21,9046 (14,3180)	19,0276 (13,3959)	22,6325 (19,2378)	27,2290* (9,5422)	25,5350* (9,4469)	28,2819 (19,3200)
EXPC	1,0991 (1,0125)	0,8371 (0,7961)	- 0,0195 (0,3733)									
ASSOC	2,9960 (18,9534)	2,2861 (14,4879)	7,2877 (5,1299)	6,3008 (14,0887)	4,9200 (11,1170)	4,9855 (5,6607)						
INFO	20,9389 (18,6963)	16,1007 (15,0479)	- 1,8437 (6,7310)									
DENS				1,9291* (0,7071)	0,2595* (0,0626)	0,5943 (0,4154)	1,9170* (0,6135)	0,2827* (0,0741)	0,5601 (0,5139)	1,6602* (0,5284)	0,2445* (0,0691)	0,6610 (0,5496)
DENS <sup>2</sup>				- 0,0016* (0,0006)		- 0,0005 (0,0003)	- 0,0016* (0,0005)		- 0,0005 (0,0004)	- 0,0014* (0,0004)		- 0,0006 (0,0005)
VARIE				64,4405*** (38,2540)	50,2252*** (29,1575)	2,1920 (19,7785)	14,3161 (34,6313)	11,7307 (28,6891)	-11,1663 (25,9359)			
TAM				- 0,0159 (0,0257)	- 0,0124 (0,0203)	0,0053 (0,0130)						
FERT				- 27,5351** (14,0537)	- 21,4609** (10,7397)	- 0,9786 (8,0656)	- 28,4214** (12,4656)	- 23,2889** (9,9329)	- 3,4478 (5,9528)	-29,3298** (11,8096)	- 26,1404* (10,0863)	- 3,9671 (5,1829)
RENDA				10,1943 (11,8385)	7,9101 (9,2636)	13,1926 (8,6680)	22,3318*** (12,8763)	17,9253*** (10,1915)	15,1590** (6,9625)	28,6294* (10,2813)	24,8042* (8,1300)	17,3290 (10,6173)
ASSISP							3,9559 (13,4225)	3,2147 (11,0462)	2,5796 (7,9099)			
SOFT							- 9,2895 (6,8617)	- 7,6119 (5,5510)	1,5331 (2,9852)	- 5,4437 (5,9621)	- 4,8518 (5,2770)	2,0439 (2,9449)
CONTR							25,4512*** (14,4997)	20,6461*** (11,7583)	- 2,0825 (6,8727)	16,8858 (13,0256)	14,8498 (11,7065)	-3,7395 (8,6829)
CANAIS							- 32,6387* (12,3298)	- 26,7443* (10,3128)	- 5,0906 (6,4407)	- 41,5622* (9,2265)	- 37,0426* (8,1532)	- 6,0315 (6,1365)
CRED									1,7971 (15,3173)	1,5976 (13,7018)	8,3499 (9,3020)	
ENFOR									0,1332 (2,8679)	0,1187 (2,5849)	- 1,5810 (2,4816)	

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014). ‡ desvios-padrões obtidos por *bootstrapping*; † desvios-padrões robustos para heterocedasticidade; \* Significativo ao nível de 1%; \*\* Significativo ao nível de 5%; \*\*\* Significativo ao nível de 10%.



**Tabela 55** - Valores de p para todos os parâmetros estimados das regressões truncadas dos quatro modelos *double-hurdle*.

Variáveis	Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3			Modelo 4		
	Coeficientes	EMMC (CAPE)	EMMI (UAPE)	Coeficientes	EMMC (CAPE)	EMMI (UAPE)	Coeficientes	EMMC (CAPE)	EMMI (UAPE)	Coeficientes	EMMC (CAPE)	EMMI (UAPE)
EDUC	0,677	0,684	0,488									
CURSO	0,003	0,002	0,001	0,437	0,461	0,177	0,126	0,155		0,004	0,007	0,143
EXPC	0,278	0,293	0,958									
ASSOC	0,874	0,875		0,655	0,658	0,378						
INFO	0,263	0,285										
DENS				0,006		0,153	0,002		0,276	0,002		0,229
DENS <sup>2</sup>				0,009	0,000	0,166	0,003	0,000	0,244	0,002	0,000	0,250
VARIE				0,092	0,085	0,912	0,679	0,683	0,667			
TAM				0,536	0,543	0,681						
FERT				0,050	0,046	0,903	0,023	0,019	0,562	0,013	0,010	0,444
RENDA				0,389	0,393	0,128	0,083	0,079	0,029	0,005	0,002	0,103
ASSISP							0,769	0,771	0,744			
SOFT							0,176	0,170	0,608	0,361	0,358	0,448
CONTR							0,079	0,079	0,762	0,195	0,205	0,667
CANAIS							0,008	0,010	0,429	0,000	0,000	0,326
CRED										0,963	0,907	0,369
ENFOR										0,907	0,963	0,594

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

*(ii) Análise dos resultados dos modelos truncados (Segundo hurdle)*

Esse segundo estágio explorou a intensificação do uso de irrigação na produção de laranja pelos citricultores, conforme apresentado nas Tabelas 54 e 55. Uma vez que essa análise considera apenas os adotantes de irrigação, foram estimadas regressões truncadas nos valores zero da amostra. A variável dependente utilizada nesse estágio foi a porcentagem de área irrigada de citros da área total com citros das propriedades dos citricultores (*share* da produção citrícola irrigado). Foram analisadas ao todo as mesmas 17 variáveis utilizadas no primeiro estágio (*probit*) dos quatros modelos DH estimados.

No modelo 1, entre as cinco variáveis analisadas, somente a participação em cursos de irrigação (CURSO) mostrou afetar de forma positiva e significativa, ao nível de 1%, a intensidade de adoção dessa tecnologia nos pomares de laranja. Segundo esse modelo, a participação em cursos de irrigação pode aumentar em 41,58%, em média, a área irrigada nos pomares dos produtores irrigantes. O impacto dessa variável na área irrigada dos pomares se reduz quando se leva em consideração o efeito combinado da probabilidade de irrigação (1° *hurdle*) e da intensidade de irrigação (2° *hurdle*), como verificado na coluna 3 (Tabela 54). Nesse caso, a participação em cursos de irrigação poderia elevar a área irrigada dos pomares em 28,57%, em média, nos casos em que produtores optassem por irrigar sua produção de laranja. As variáveis que mediram os anos de estudo dos citricultores (EDUC), a experiência na citricultura (EXPC), a participação em associações de produtores (ASSOC) e o acesso às fontes de informação gratuitas (INFO) não se mostraram significativas nesse modelo.

No modelo 2, entre as oito variáveis analisadas, quatro mostraram afetar de maneira significativa a intensidade de adoção de irrigação: FERT, DENS, DENS<sup>2</sup> e VARIE, aos níveis de 5%, 1%, 1% e 10%, respectivamente. Os citricultores que possuem solos considerados por eles menos férteis e que cultivam menos variedades de laranja adotam mais intensamente a irrigação em seus pomares. De acordo com esse modelo, a menor fertilidade dos solos das propriedades e o menor cultivo de variedades de laranja podem aumentar, respectivamente, em 21,46% e 50,22%, em média, a área irrigada dos pomares dos produtores irrigantes. A variável que mediu o adensamento dos pomares apresentou sinal significativo e positivo na sua forma linear (DENS) e um sinal significativo negativo na sua forma quadrática (DENS<sup>2</sup>), indicando que a parcela de área irrigada da produção citrícola cresce em 0,25%, em média, até determinada quantidade de plantas/hectare. A partir de um ponto crítico calculado de 579

plantas/ha<sup>76</sup>, a parcela de área irrigada decresce em 0,25%, em média. A renda oriunda da atividade citrícola (RENDA), o tamanho das propriedades (TAM), a participação em associações de produtores (ASSOC) e a participação em cursos de irrigação (CURSO) não se mostraram significativas nesse modelo.

No modelo 3, entre as dez variáveis analisadas, seis mostraram afetar de maneira significativa a adoção de irrigação: FERT, DENS, DENS<sup>2</sup>, RENDA CONTR e CANAIS aos níveis de 5%, 1%, 1%, 10%, 10% e 1%, respectivamente. As variáveis que mediram a renda oriunda da atividade citrícola (RENDA) e o uso de contratos (CONTR) apresentaram impactos positivos e significativos na intensidade de adoção, ou seja, entre os citricultores irrigantes, aqueles que são mais dependentes da atividade citrícola e que utilizam contratos na venda da laranja irrigam maior parcela de seus pomares. De acordo com esse modelo, o uso de contratos e a alta dependência da atividade citrícola podem elevar, respectivamente, em 20,64% e 17,92%, em média, a área irrigada dos pomares dos citricultores irrigantes. O impacto da variável RENDA na área irrigada dos pomares se reduz quando se leva em consideração o seu impacto em ambos os *hurdles* do modelo, como verificado na coluna 9 (Tabela 54). A alta dependência da atividade citrícola poderia elevar a área irrigada dos pomares em 15,15%, em média, nos casos em que os citricultores optassem por irrigar sua produção de laranja.

Ainda em relação ao modelo 3, as variáveis que mediram a percepção sobre a fertilidade dos solos das propriedades (FERT) e a quantidade de canais de comercialização utilizada (CANAIS) apresentaram impactos negativos e significativos na intensidade de adoção de irrigação. De acordo com esse modelo, a menor fertilidade dos solos das propriedades e a utilização de um menor número de canais de comercialização podem elevar, respectivamente, em 23,28% e 26,74%, em média, a área irrigada dos pomares dos citricultores irrigantes. Por fim, a variável que mediu a densidade dos pomares de forma linear apresentou impacto positivo e significativo (DENS) e a sua forma quadrática (DENS<sup>2</sup>) apresentou um impacto significativo e negativo. Até o valor calculado de 575 plantas/ha, há um aumento da área irrigada dos pomares em 0,28%, em média, e acima dessa densidade, há uma redução da área irrigada de 0,28%, em média. A participação em cursos de irrigação (CURSO), a quantidade de ferramentas de gestão sofisticadas utilizada (SOFIS) e o índice de diversificação da produção de laranjas (VARIE) não apresentaram impactos significativos nesse modelo.

---

<sup>76</sup>  $\frac{\partial \text{SHARE IRRIGADO}}{\partial \text{DENS}} = \beta \text{ DENS} + 2\beta \text{ DENS}^2 = 0; \text{ DENS} = -\beta \text{ DENS} / 2\beta \text{ DENS}^2$ .

No modelo 4, a participação em cursos de irrigação (CURSO) apresentou um impacto positivo e significativo ao nível de 1%, diferentemente dos modelos “2” e “3”. A variável que mediu a dependência da atividade (RENDA) também apresentou um impacto positivo e significativo na área irrigada da produção ao nível de 1%. A fertilidade dos solos (FERT) e a quantidade de canais de comercialização (CANAIS) apresentaram impactos significativos e negativos na intensidade de adoção, aos níveis de 1%. Verificou-se um impacto positivo e significativo, ao nível de 1%, da variável linear que mede o adensamento dos pomares (DENS) e um impacto negativo e significativo, ao nível de 1%, da sua forma quadrática (DENS<sup>2</sup>). De acordo com esse modelo, a participação em cursos de irrigação e a maior dependência da atividade citrícola podem elevar a área irrigada dos citricultores irrigantes, respectivamente, em 25,53% e 24,80%, em média. A redução do índice de fertilidade dos solos e da quantidade de canais de comercialização pode aumentar em 26,04% e 37,04%, respectivamente, a área irrigada dos citricultores irrigantes. Por fim, a elevação da densidade dos pomares em até 558 plantas/hectare pode aumentar a área irrigada em 0,24%, em média, mas pomares com densidade superior podem ter a sua área irrigada reduzida em 0,24%, em média.

A análise das Tabelas 53 e 54 permitiu identificar os fatores capazes de afetar significativamente o percentual da área irrigada nos pomares das propriedades citrícolas. Entre os produtores irrigantes, aqueles que decidiram por irrigar grandes parcelas de seus pomares participam de cursos de irrigação, ou seja, possuem conhecimento mais aprofundado sobre essa tecnologia. Em relação às características de suas propriedades e sistemas produtivos, os citricultores que intensificam mais a irrigação nos pomares não possuem uma produção citrícola tão diversificada, ou seja, cultivam menos variedades de laranja. A densidade dos pomares afeta positivamente a intensidade com que os sistemas de irrigação são adotados nas propriedades até determinado adensamento que varia entre 558 plantas/ha a 579 plantas/ha, nos modelos estimados. Como já mencionado, quanto mais adensado o pomar, maior é o custo de produção por área do mesmo; deste modo, propriedades com talhões muito adensados, podem optar por irrigar parcelas menores dos pomares, uma vez que a adoção de irrigação é custosa ao produtor.

Em relação à comercialização da laranja, citricultores irrigantes que vendem sua produção com o uso de contratos para a indústria são aqueles que mais intensificam a adoção de irrigação nos pomares. Possivelmente, esses produtores possuem um bom relacionamento com a indústria processadora e estabelecem contratos; deste modo, possuem maior segurança para investir em irrigação em parcela maior de seus pomares. A estrutura produtiva menos

diversificada desses produtores talvez não permita que eles comercializem a produção para diversos canais de venda, fazendo com que a indústria se configure como uma boa alternativa, dado que esses produtores são bastante dependentes da atividade citrícola.

## CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo está estruturado em três seções. A primeira seção apresenta as conclusões e considerações finais da pesquisa empírica e as duas últimas seções apresentam, respectivamente, as limitações deste estudo e sugestões para pesquisas futuras e algumas propostas para a elaboração de políticas públicas e estratégias privadas.

### 7.1. Conclusões do estudo

A citricultura é uma atividade de fundamental importância para a economia brasileira. A necessidade de tratos culturais intensivos gera empregos no campo e a massiva quantidade de suco de laranja produzido e exportado gera divisas para o país. O Estado de São Paulo tem se configurado como o maior produtor de laranja e exportador de suco do mundo. Entretanto, nos últimos anos, a intensa volatilidade dos preços da caixa de laranja tem afetado de forma negativa grande parcela dos produtores de laranja paulistas. Além disso, há um crescente aumento dos custos de produção em função, especialmente, do avanço de pragas e doenças no campo. Uma possível solução está na mudança nos padrões tecnológicos existentes nos pomares de laranja, que leve a um aumento de produtividade e, por conseguinte, uma redução dos custos de produção por área, elevando ou, ao menos, estabilizando as receitas dos produtores. Nesse sentido, a adoção de tecnologias, como a irrigação, pode promover o aumento da produtividade dos pomares, embora essa não seja a única condição para impedir que muitos citricultores deixem a atividade.

A irrigação é uma tecnologia que tem proporcionado o desejado aumento da produtividade dos pomares citrícolas. Entretanto, em 2015, somente pouco mais de 24% da área plantada com laranjas em São Paulo era irrigada. Esta tese objetivou identificar e analisar os fatores que afetam a adoção de irrigação em pomares de laranja localizados no centro-norte do Estado de São Paulo. Para atender a esse objetivo, o referencial teórico deste estudo baseou-se na vertente teórica que estuda os processos de adoção e difusão de tecnologias. Com base nessa literatura, foram identificados fatores relacionados ao acesso à informação, às características dos indivíduos, de suas propriedades e de seus sistemas de produção que pudessem explicar a adoção de irrigação pelos citricultores paulistas. A identificação dos possíveis determinantes da adoção dessa tecnologia na literatura, bem como a análise dos dados primários da pesquisa permitiu o alcance dos objetivos. A pesquisa empírica coletou dados de 98 citricultores do centro-norte de São Paulo, que foram analisados por meio de estatísticas descritivas, testes de hipóteses e modelos econométricos *double-hurdle*.

Na literatura que estuda a adoção e difusão de tecnologias, diversos fatores são apontados como condicionadores desses processos. Os modelos epidêmicos teorizam que a difusão de uma tecnologia é influenciada pela propagação de informação e conhecimento sobre a mesma, que reduz as incertezas sobre a sua adoção. Os modelos que se desenvolveram posteriormente ao modelo epidêmico, como os modelos *probit*, postulam que outras características dos potenciais adotantes e dos usuários, além do acesso à informação e conhecimento, são capazes de acelerar ou retardar a difusão de uma tecnologia, uma vez que influenciam nos custos e nos benefícios esperados com a adoção. Deste modo, o acesso à informação e conhecimento, por meio de assistência técnica, rede de relacionamentos e diversas fontes de informação, além de outros fatores capazes de discriminar os citricultores irrigantes e não irrigantes, como características individuais, de suas propriedades e de seus sistemas de produção, foram investigados nesta pesquisa. Além da busca pela identificação dos fatores capazes de influenciar na adoção e difusão de tecnologias, a vertente teórica que estuda esses processos também caracteriza os primeiros usuários de uma nova tecnologia e aqueles que a adotam tardiamente, apontando algumas possíveis distinções entre ambos.

As estatísticas descritivas dos dados primários mostraram que os citricultores irrigantes apresentam um nível de escolaridade superior; e se utilizam mais de fontes de informações modernas, a exemplo de conteúdos gratuitos da *internet*, e especializadas, como consultores de empresas privadas e/ou autônomos, viagens para outras regiões produtoras de citros e cursos de irrigação. Esses resultados corroboram com os outros estudos encontrados na literatura, que também identificaram a importância das diversas fontes de acesso à informação para a adoção de irrigação. Além disso, confirmam os argumentos teóricos acerca da importância do acesso à informação e ao conhecimento para a adoção de uma tecnologia, como pressuposto pelos modelos epidêmicos.

Quando a informação sobre uma tecnologia é bastante difundida e os potenciais adotantes possuem conhecimento amplo, outros fatores são capazes de afetar a sua adoção, como as características individuais dos produtores, de suas propriedades e de seus sistemas de produção. A literatura destaca a experiência na atividade agrícola como um fator que influencia a adoção de irrigação, embora aponte impactos contraditórios dessa variável nesse processo. Se por um lado, mais anos de trabalho no campo podem conferir maior capacidade de gerenciamento e interesse em adotar tecnologias que elevem a gestão dos recursos produtivos, de acordo com Ferreira (2015), por outro lado, produtores mais velhos podem não ser tomadores de risco, não adotando novas tecnologias com tanta facilidade, segundo

Kiruthika (2013/2014). As estatísticas descritivas apontaram que os citricultores irrigantes possuem significativamente menos anos de experiência tanto na agricultura, como na citricultura. No entanto, como já mencionado, esses produtores possuem mais anos de estudo e também conhecimento especializado em área de gestão e afins, obtidos por meio de pós-graduação, além de fazerem uso de ferramentas simples e sofisticadas no gerenciamento de suas propriedades. Esses tipos de conhecimentos configuraram-se como mais decisivos na adoção de irrigação, uma vez que essa tecnologia é bastante intensiva em habilidades gerenciais (NEGRI et al., 2005).

Os resultados das estatísticas descritivas também mostraram que os citricultores irrigantes possuem empreendimentos rurais maiores, trabalham com uma escala de produção mais elevada, se utilizam de maior volume de crédito rural e são mais dependentes da atividade citrícola para a composição de sua renda. Em relação aos sistemas produtivos, os citricultores que irrigam seus pomares possuem uma produção de laranja mais diversificada e acesso à fontes de água. O tamanho dos empreendimentos rurais, o acesso a recursos financeiros, a disponibilidade e acesso à fontes de água, a diversificação dos cultivos agrícolas e a importância das atividades agrícolas para a composição da renda, também foram apontados por outros estudos na literatura, como fatores que afetam diretamente a adoção de irrigação. Os resultados empíricos confirmam, portanto, que a heterogeneidade entre os usuários e os potenciais adotantes de uma tecnologia é capaz de afetar a sua adoção, como pressuposto pelos modelos *probit*.

Devido à adoção de irrigação promover uma melhoria na qualidade dos frutos produzidos, os citricultores irrigantes vendem a sua produção para um maior número de canais de comercialização, utilizando principalmente, o mercado de frutas frescas para escoar a produção, onde as transações são realizadas por meio de mercado *spot*. Deste modo, há um uso significativamente menor de contratos pelos citricultores irrigantes, que confiam mais na sua intuição para comercializar a sua produção. Com isso, percebe-se que aspectos relacionados à comercialização da produção de laranja, como uso de mecanismos de gestão de riscos, também foram capazes de discriminar os citricultores adotantes de irrigação dos não adotantes, demonstrando ser também uma fonte de heterogeneidade entre os mesmos.

Em resumo, a adoção de irrigação pelos citricultores, assim como a intensidade do seu uso nos pomares, são decisões influenciadas por um conjunto de diferentes fatores associados ao capital humano, às características das propriedades e dos sistemas produtivos e ao processo de comercialização da laranja. Entretanto, alguns fatores impactam de forma diferente a



decisão de adotar irrigação e a parcela da produção a ser alocada para essa tecnologia. A participação em cursos específicos de irrigação mostrou afetar de forma positiva a adoção e a intensidade de adoção de irrigação nos pomares. Devido ao fato da irrigação ser uma tecnologia intensiva em conhecimentos, os produtores que detêm mais informações técnicas e especializadas e experiência sobre essa tecnologia, sendo, portanto, mais capacitados em seu uso, são mais propensos a adotá-la, como mostrado também pelos estudos de Kulecho e Weatherhead (2006), Golla (2010) e Alcon et al. (2011), e adotam-na mais intensamente nas propriedades.

Outro fator determinante para a adoção de irrigação nos pomares é a participação dos citricultores em associações da agricultura. Esses arranjos configuram-se como um importante mecanismo de troca de informações, de experiência e, sobretudo, de reivindicações de direitos. Os estudos de Kulshreshtha e Brown (1993), Alcon et al. (2011) e Karpagam et al. (2013) também identificaram um impacto positivo da participação em organizações da agricultura na adoção de irrigação.

Além de conhecimento técnico e especializado, a irrigação exige conhecimentos gerenciais para ser implementada de forma eficaz. Este estudo identificou que o uso de ferramentas de gestão sofisticadas é determinante para a adoção de irrigação nos pomares de laranja. O maior uso desse tipo ferramentas indica que os citricultores irrigantes dominam o conhecimento e possuem a *expertise* necessária para a adoção dessa tecnologia. A alta dependência da atividade citrícola também se mostrou positivamente associada à adoção e à intensidade de adoção de irrigação nos pomares. Os citricultores que dependem bastante dos resultados da produção de citros são mais propensos a adotar irrigação em seus pomares e de forma mais intensiva. Esse resultado corrobora com os estudos de Negri et al. (2005), Shang et al. (2012), Afrakhteh et al. (2015) e Ferreira (2015) que também identificaram a importância das atividades agrícolas na composição da renda para a adoção de irrigação.

Fatores relacionados à estrutura produtiva dos citricultores também são determinantes para a adoção de irrigação. As propriedades citrícolas com solos mais férteis têm maior probabilidade de adotar irrigação. Os estudos de Negri et al. (2005), Cremades et al. (2014) e Cunha et al. (2014) também identificaram diversas características dos solos das propriedades agrícolas como condicionadores da adoção de irrigação na agricultura. O acesso à fontes de água também se mostrou determinante para a adoção de irrigação nos pomares de laranja. Esse resultado corrobora como os estudos de Negri et al. (2005), He et al. (2007), Golla (2010), Alcon et al. (2011), Vaezi e Daran (2012), Bagheri e Ghorbani (2011), Getacher et al.

(2013), Cunha et al. (2014), Cremades et al. (2014), Afrakhteh et al. (2015) e Singh et al. (2015). Como a irrigação é uma tecnologia que exige alto investimento para sua implementação e manutenção, o acesso a financiamento é capaz de prover o capital necessário para a sua adoção, como mostrado por He et al. (2007), Alcon et al. (2011), Getacher et al. (2013) e Shahzad (2013). Neste estudo, o acesso a crédito rural também impactou de forma positiva e significativa a adoção de irrigação pelos citricultores.

Os citricultores irrigantes vendem menor parcela de sua produção via contratos, utilizando-se mais de mercado *spot* para a venda, especialmente, para o mercado de frutas frescas, uma vez que a irrigação lhes confere frutos com a qualidade exigida por esse canal de comercialização. Deste modo, foi identificado um impacto negativo e significativo do uso de contratos na adoção de irrigação. A análise do impacto do uso de mecanismos de gestão de riscos na comercialização na adoção de irrigação se configura como um avanço na literatura que estuda esse processo.

Dada a baixa difusão de irrigação nos pomares paulistas, os citricultores irrigantes podem ser considerados pioneiros no uso dessa tecnologia. Como enfatizado por Laurindo (2004), produtores de laranja de São Paulo adotaram, em um primeiro momento, a irrigação por aspersão; posteriormente, quando a irrigação localizada tornou-se disponível no estado por meio da instalação de fábricas e fornecedores, essa tecnologia se difundiu de forma paralela à irrigação por aspersão. Na amostra de citricultores, não se observou a troca no uso de um sistema por outro ao longo dos anos; alguns produtores utilizam somente a irrigação por aspersão, outros somente a irrigação localizada e uma pequena parcela utiliza uma combinação de ambos, como foi descrito na Tabela 2. Os adotantes pioneiros (*early-adopters*), de acordo com a classificação estabelecida por Rogers (1983), possuem características distantes das outras categorias de adotantes (vanguardistas, tardios e retardatários). Esses produtores, geralmente, são mais visionários, intelectuais e líderes locais. Os modelos *double-hurdle* apontaram uma maior escolaridade, capacidade de gerenciamento e capacitação por parte dos citricultores irrigantes paulistas.

De um modo geral, a parcela média irrigada da produção de citros nas propriedades dos citricultores da amostra não é baixa, sendo em torno de 50%. No entanto, existem citricultores irrigantes que estão utilizando essa tecnologia em menor escala do que outros. Os citricultores que adotam irrigação em uma parcela maior da produção citrícola, como já mencionado, possuem algum tipo de curso de irrigação, além de serem bastante dependentes da atividade citrícola. Além disso, possuem uma estrutura produtiva menos diversificada em

termos de variedades de laranja cultivadas. Os seus pomares são bastante adensados, no entanto, estabelecidos em solos menos férteis; deste modo, o uso de irrigação em grande parte da produção pode ser um mecanismo para manter a produtividade dos pomares em um patamar aceitável. Esses produtores comercializam grande parcela de sua produção via contratos para a indústria processadora, diversificando menos os seus canais de comercialização. O uso de contratos com a indústria pode se configurar como uma segurança para esses produtores que intensificam bastante o uso de irrigação em suas propriedades. Embora a venda ao mercado de frutas frescas via mercado *spot* eleve a probabilidade de adoção de irrigação entre os citricultores, como identificado, o uso intensivo dessa tecnologia tem se concentrado em citricultores que utilizam contratos com a indústria processadora.

Na literatura, os diversos modelos teóricos que foram desenvolvidos para explicar a adoção e difusão de tecnologias, inicialmente apontaram os mecanismos de difusão de informação e conhecimento como importantes condicionadores desses processos. Os modelos que foram desenvolvidos posteriormente, complementaram essas análises, ao enfatizarem que esses mecanismos não são suficientes para retardar ou alavancar a adoção e difusão de uma tecnologia. Outros fatores, oriundos da heterogeneidade entre os potenciais adotantes e usuários de uma tecnologia, passaram a ser o foco das análises. Nesse sentido, este estudo contribui para a literatura que estuda esses processos, ao evidenciar e corroborar com os argumentos propostos, principalmente, pelos modelos epidêmicos e *probit*.

Os modelos *double-hurdle* mostraram que o acesso à informação e conhecimento especializados e outros fatores relacionados às características dos citricultores, às propriedades rurais, aos sistemas de produção e à comercialização da laranja também se mostraram importantes para a adoção de irrigação. Nesse caso, este estudo contribui para identificar fontes de heterogeneidade entre os produtores rurais que não haviam sido exploradas ainda na literatura, tanto nacional como internacional, sobre a adoção de irrigação, a exemplo da gestão das propriedades e mecanismos de gestão de riscos na comercialização. Além disso, este estudo enriquece a escassa literatura, especialmente brasileira, que aborda a adoção de irrigação primária na agricultura e a intensidade do uso dessa tecnologia.

## **7.2. Limitações da pesquisa e propostas para pesquisas futuras**

Este estudo foi realizado a partir de entrevistas com citricultores localizados no Estado de São Paulo. Para que se pudesse atingir a amostra mínima estipulada de 97 Unidades de Produção Agropecuária, o contato com os citricultores foi feito utilizando listas fornecidas por associações, sindicatos rurais, cooperativas e, até mesmo, contatos fornecidos por outros

citricultores, pois não há uma relação completa e acessível de produtores de laranja de São Paulo. Deste modo, a amostra não foi conduzida de forma aleatória. Porém, a amostragem pode ser considerada representativa da região do estudo: centro-norte do Estado de São Paulo.

A pesquisa foi realizada utilizando dados em *cross section* referentes ao período da safra 2013/2014 da laranja. Nesse período, muitos produtores ainda estavam sofrendo os efeitos da crise que atingiu a citricultura no ano de 2012. Deste modo, algumas variáveis deste estudo podem ter sido afetadas, especialmente aquelas relacionadas à comercialização da produção, incluindo o preço recebido pela caixa de laranja. Muitos citricultores não conseguiram escoar a totalidade de sua produção e, em muitos casos, venderam as caixas de laranja para canais de comercialização não convencionais e por preços bem abaixo dos comercializados em safras anteriores e bem abaixo do custo de produção. Deste modo, a variável preço foi utilizada com cautela nas análises, para não comprometer os resultados obtidos.

Este estudo foi realizado com produtores localizados somente no Estado de São Paulo. Embora esse estado seja responsável pela grande maioria da produção de laranja e suco de laranja produzidos no Brasil, os resultados obtidos não podem ser generalizados para outros estados brasileiros produtores de laranja. A sua replicação pode ser feita desde que sejam respeitadas as especificidades de cada região.

Neste estudo, não foi possível a utilização de econometria espacial para verificar a influência da proximidade geográfica na adoção de irrigação pelos citricultores, pois a amostra, apesar de representativa para a área de interesse do Estado de São Paulo, não era grande o suficiente para a realização de uma análise econométrica espacial robusta e não foi possível a obtenção de dados acurados sobre a exata localização das propriedades citrícolas. A presente pesquisa, como já mencionado, analisou 98 citricultores do centro-norte do Estado de São Paulo. Uma amostra maior não foi possível devido às restrições de recursos e tempo.

De forma a contribuir ainda mais para o estudo sobre a irrigação no Brasil e mais especificamente na citricultura, como proposta para pesquisas futuras sugere-se a comparação com outros estados produtores de laranja no Brasil, como Paraná, Sergipe e Bahia. Esses estudos poderiam permitir encontrar similaridades e diferenças nos determinantes da adoção de irrigação na citricultura brasileira e promover um melhor direcionamento das políticas públicas e estratégias privadas de acordo com cada região.

Outra proposta seria o estudo de possíveis efeitos de transbordamento tecnológico na adoção de irrigação e de outras tecnologias na citricultura paulista. Para isso, seria necessária

a obtenção de uma amostra maior de citricultores em São Paulo e a localização exata de suas propriedades. Sugere-se ainda a realização de estudos que capturem o efeito de fatores que mudam no tempo, como os preços da caixa de laranja, os preços de insumos, a idade dos citricultores, inovações incrementais, entre outros, no tempo de adoção de irrigação. Essas análises permitiriam estudar de forma dinâmica e profunda o processo de difusão de irrigação na citricultura e testar hipóteses estabelecidas, especialmente, pelos modelos de difusão tecnológica oriundos da teoria evolucionista. Entretanto, isso exigiria um volume muito maior de informações, em especial de dados em séries temporais de variáveis que pudessem servir como *proxies* para os possíveis condicionadores estabelecidos por esses modelos. Como esta pesquisa foi realizada utilizando dados em *cross-section*, referentes à safra 2013/2014 da laranja, não foi possível fazer uma análise dinâmica da adoção de irrigação na citricultura do centro-norte paulista.

### **7.3. Propostas para estratégias públicas e privadas**

Os resultados dos modelos DH indicaram que os fatores que afetam a adoção de irrigação são a participação em cursos de irrigação e em associações de produtores, a alta dependência da atividade citrícola, a maior fertilidade dos solos das propriedades, o uso de ferramentas sofisticadas de gestão, o acesso a crédito rural e o menor uso de contratos, com a venda da produção sendo feita, especialmente, ao mercado de frutas frescas. Com base nesses resultados, propõe-se uma avaliação da ampliação da concessão de crédito rural a produtores de todos os tamanhos. Embora existam linhas de crédito específicas para a irrigação através do MODERINFRA, o acesso ao crédito rural para produtores que se localizam especialmente em regiões onde as chuvas são escassas, condiciona-se à implementação de sistemas de irrigação como forma de elevar a produção e aumentar a garantia de amortização do financiamento. Entretanto, muitos produtores não têm capital próprio para instalar esses sistemas; por isso, a expansão do crédito poderia se configurar como um instrumento para viabilizar a difusão mais rápida dessa tecnologia, já que o alto custo do investimento se configura como uma das principais barreiras à adoção.

O aumento dos custos de produção na atividade citrícola inviabiliza, em muitos casos, a adoção de novas tecnologias pelos citricultores, como a irrigação. O uso de pomares mais adensados já tem sido utilizado como estratégia, por exemplo, para reduzir os prejuízos com erradicações obrigatórias de plantas por pragas e doenças, por meio do aumento da produtividade. No entanto, a implementação de pomares adensados tem um custo elevado, o que impede, em muitos casos, que a adoção de irrigação seja utilizada como uma prática

complementar ao mesmo. Nesse sentido, propõe-se a busca e a difusão de mais informações a respeito de como associar ambas as práticas.

A irrigação é uma tecnologia intensiva em conhecimentos técnicos e gerenciais, os produtores que decidiram por irrigar são aqueles que buscaram se capacitar por meio de cursos específicos de irrigação e também aqueles que detêm conhecimento e dominam o uso de ferramentas de gestão sofisticadas. Esses conhecimentos poderiam ser transmitidos aos citricultores por meio de assistência técnica fornecida por extensionistas. A maioria dos produtores da amostra paga pela assistência técnica recebida e quase não recebe esse serviço de órgão governamental. Esforços na promoção de mais eventos teóricos (palestras, simpósios e congressos) e dias de campo, visando fornecer informações técnicas do uso de irrigação, além de prover informações de como gerenciar essa prática e as propriedades, poderiam acelerar a difusão dessa tecnologia na citricultura e elevar também a área irrigada dentro das propriedades.

A indústria processadora ainda se constitui como o principal canal de comercialização entre os citricultores. Existem poucos citricultores que não se utilizam desse canal. O mercado de frutas frescas se constitui como uma opção para produtores que irrigam e que têm um produto de melhor qualidade. Entretanto, esse mercado não seria capaz de absorver toda a produção de laranja, caso os citricultores resolvessem redirecionar a sua produção para o mesmo. Nesse sentido, propõe-se estimular a demanda por outros mercados consumidores tanto nacionais, tais como o mercado institucional que, até o momento em que esta tese foi realizada, estava se desenvolvendo somente no município de Bebedouro, como internacionais, com o estímulo a um aumento das exportações de frutas frescas. A expansão desses mercados poderia contribuir para incentivar os citricultores a adotar irrigação em seus pomares, uma vez que a ampliação das opções mercadológicas pode funcionar como um bom mecanismo de gestão de riscos para a comercialização da produção.

Grandes esforços já foram feitos até o momento para a criação de um mecanismo de precificação para a caixa de laranja, como as tentativas de se estabelecer o Consecitrus. Porém, esse mecanismo ainda não se viabilizou como uma importante ferramenta para o planejamento da produção pelos citricultores. Um melhor planejamento e melhorias nas condições de comercialização da fruta poderiam resultar na decisão de adoção de novas tecnologias no sistema produtivo da laranja.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVITZ, M. Tendencias de los recursos y de la producción en los Estados Unidos desde 1870. In: ROSENBERG, N. (org). **Economía del cambio tecnológico**. México: Fondo de Cultura Económica, 1979, pp.297-318.

ACCIOLY, R. C.; FIGUEIREDO, R. S. Análise do Complexo Agroindustrial Citrícola Utilizando Diagramas de Influência. **Revista Produção Online**, vol.1, n.1, out., 2001.

ADAMI, A. C. O. **Risco e retorno de investimento em citros no Brasil**. Piracicaba: ESALQ/USP. 150p. Tese (Doutorado em Ciências: área de concentração: economia aplicada), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, Piracicaba, 2010.

ADAMI, A. C. O.; MIRANDA, S. H. G. M. Seguro Sanitário para citricultura: oportunidades e desafios. **Revista de política agrícola**, ano XXIII, n.1, pp.77-90, jan./fev./mar., 2014.

AFRAKHTEH, H.; ARMAND, M.; ASKARI BOZAYEH, F. Analysis of factors affecting adoption and application of sprinkler irrigation by farmers in Famenin County, Iran. **International Journal of Agricultural Management and Development**, vol.5, n.2, pp.89-99, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, 2009**. Brasília-DF: ANA, 2009. 204p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, informe 2012**. Brasília-DF: ANA, 2012. 215p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2013**. Brasília-DF: ANA, 2013. 432p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, informe 2015**. Brasília-DF: ANA, 2015. 88p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). *Resolução Normativa N° 414, de 9 de setembro de 2010*. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2010414.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/programa-de-estagio/-/asset\\_publisher/foAz2UJO73Xk/content/historico-da-aneel?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/programa-de-estagio/-/asset_publisher/foAz2UJO73Xk/content/historico-da-aneel?inheritRedirect=false)>. Acesso em: 14 set. 2016.

ALCON, F.; MIGUEL, M. D.; BURTON, M. Duration analysis of adoption of drip irrigation technology in Southeastern Spain. **Technological Forecasting & Social Change**, vol.78, n.6, pp.991-1001, 2011.

ALMEIDA, L. M. M. C.; PAULILLO, L. F. O. Mercado de Trabalho Rural na Citricultura Paulista: Precarização e Exclusão. In: PAULILLO, L. F. O. (org). **Agroindústria e**

**Citricultura no Brasil: diferenças e dominâncias.** Rio de Janeiro: E-papers, capítulo 5, pp. 111-148, 2006.

AMINI, E. An investigation into factors affecting the adopting of drip irrigation system in the plum gardens between 2002 and 2012 (case study). **Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences**, vol.4, n.2, pp.660-666, April-June, 2014.

ANDERSON, D. P.; WILSON, P. N.; THOMPSON, G. D. The adoption and diffusion of level fields and basins. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, vol.24, n.1, pp. 186-203, 1999.

ANDRADE, A. G.; SANTOS, D. J. *Distribuição espacial das características tecnológicas do suco de laranja, 2010.* Disponível em: <<http://megaslides.org/doc/235358/distribui%C3%A7%C3%A3o-epsacial-das-caracter%C3%ADsticas>>. Acesso em: 14 set. 2016.

ANIK, A. R.; SALAM, M. A. Determinants of adoption of improved onion variety in Bangladesh. **Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID)**, vol.109, n.1, pp.71-88, 2015.

ANTOLINI, L. S. **Condicionantes da adoção de agricultura de precisão por produtores de grãos.** Ribeirão Preto: FEA/RP. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Programa de Pós-graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, FEA/RP, Ribeirão Preto, 2015.

AQUINO, L. A.; BERGER, P. G. **Produtividade do algodoeiro irrigado por aspersão ou gotejamento.** In: 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo. **Anais...** Campina Grande-PB: CBA, Embrapa Algodão, 2011, pp.1803-1809.

ARAÚJO, G. S. **Mudanças nas relações contratuais na citricultura: um estudo de caso.** São Carlos: UFSCar. 202p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2006.

ARTHUR, W. B. Competing Technologies, Increasing returns and Lock-in by Historical Events. **The Economic Journal**, vol.99, n.394, pp.116-31, March, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS (ABIMAQ). Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/site.aspx/imprensa-clipping-tendencias-detalle?detalleclipping=1185>>. Acesso em: 14 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO VEGETAL (ABISOLO). *Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal, sumário executivo 2016.* Disponível em: <<http://abisolo.com.br/publicacoes.php>>. Acesso em: 14 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES JOHN DEERE (ASSODEERE). *Participação de mercado Brasil, 2013.* Disponível em:



<<http://www.assodeere.com.br/arquivos/downloads//Market%20Share%20Agosto%202013%20CORRIGIDO.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CÍTRICOS (CITRUSBR). *Produção de suco: histórico*. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com/economia/?ec=01>>. Acesso em: 12 dez. 2016 (a).

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CÍTRICOS (CITRUSBR). *Estatísticas de exportação*. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com/mercadoexterno/?me=01>>. Acesso em: 12 dez. 2016 (b).

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. (ANDA). *Apresentação ANDA-2011\_07\_12, investimentos no Brasil*. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/multimedia/investimentos.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2016.

AWOTIDE, B. A.; ABDOLAYE, T.; ALENE, A.; MANYONG, V. M. Assessing the extent and determinants of adoption of improved cassava varieties in south-western Nigeria. **Journal of Development and Agricultural Economics**, vol.6, n.9, pp.376-385, 2014.

BAGHERI, A.; GHORBANI, A. Adoption and non-adoption of sprinkler irrigation technology in Ardabil Province of Iran. **African Journal of Agricultural Research**, vol.6, n. 5, pp.1085-1089, March, 2011.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Anuário Estatístico do crédito rural, 2012*. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/CreditoRural/2012/re15162.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2016.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO E SOCIAL (BNDES). *Chamada\_publica\_FEP0211\_Relatorio6.pdf. (2011) Disponível em:* <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep\\_fep/chamada\\_publica\\_FEP0211\\_Relatorio6.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEP0211_Relatorio6.pdf)>. Acesso em 14 set. 2016.

BARBOSA, G. R. **Tecnologias em combate: tradução e controvérsias na produção de laranja no Estado de São Paulo**. Campinas: Unicamp. 186p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica), Programa de Pós-graduação em Política Científica e Tecnológica, Universidade de Campinas, Unicamp, Campinas, 2012.

BARRETO, G. B.; RODRIGUEZ, O.; REIS, A. J.; ARRUDA, F. B. Irrigação de citros. Campinas: Instituto Agrônomo, Boletim Técnico, 1976. 17p.

BARUNGI, M.; NG'ONG'OLA, D. H.; EDRISS, A., MUGISHA, J.; WAITHAKA, M.; TUKAHIRWA, J. Factors influencing the adoption of soil erosion control technologies by farmers along the slopes of Mt. Elgon in eastern Uganda. **Journal of Sustainable Development**, vol.6, n.2, pp.9-25, 2013.

BASILE, G. B., engenheiro agrônomo da Casa da Agricultura de Bebedouro. Entrevista. In: ROMEIRO, V. M. B. **Gestão da pequena unidade de produção familiar de citros: uma análise dos fatores influentes no sucesso do empreendimento do ponto de vista do produtor de Bebedouro (SP)**. São Carlos: USP. 242p. Dissertação (Mestrado em Engenharia

de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, USP, São Carlos, 2002.

BASS, F. A new product growth model for consumer durables. **Management Science**, vol. 15, n.5, pp.215-27, 1969.

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F.; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, vol.35, n.281, pp.36-45, jul./ago., 2014.

BATALHA, M. O; SILVA, A. L. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificações, especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, M. O. (coord.). **Gestão agroindustrial**. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001. pg 34.

BELASQUE JUNIOR, J.; BARBOSA, J. C.; BERGAMIN FILHO, A.; MASSARI, C. A. Prováveis consequências do abrandamento da metodologia de erradicação do cancro cítrico no Estado de São Paulo. **Tropical Plant Pathology**, vol.35, n.5, pp.314-317, 2010.

BEM MECHLIA, N.; CARROL, J. J. Agroclimatic modeling for the simulation of phenology, yield and quality of crop production. **International Journal of Biometeorology**, vol.33, n.1, pp.36-61, March, 1989.

BESHIR, H. Factors affecting the adoption and intensity of use of improved forages in North East Highlands of Ethiopia. **American Journal of Experimental Agriculture**, vol.4, n.1, pp. 12-27, 2014.

BIOLCHINI, J. C. A; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS, G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, vol.21, n.2, pp.133-151, 2007.

BOCQUET, R.; BROSSAD, O.; SABATIER, M. Complementarities in organizational design and the diffusion of information technologies: an empirical analysis. **Research Policy**, vol.36, n.3, pp.367-386, 2007.

BORGES, A. C. G.; TOLEDO, J. C. O processo de formação da qualidade de produto do suco de laranja concentrado congelado. In: XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Niterói: SOBER, 1998.

BORGES, A. C. G.; COSTA, V. M. H. M. O agronegócio citrícola no estado de São Paulo: periodização, coordenação e atuação do estado. In: XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Brasileira. **Anais...** Cuiabá: SOBER, 2004.

BOTEON, M. *Cadeia Agroindustrial de Citros. Textos CEPEA/ESALQ. 2006*. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/citros/cadeia\\_citros.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/citros/cadeia_citros.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2016.

BOTEON, M.; PAGLIUCA, L. G. Análise da sustentabilidade econômica da citricultura paulista, **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, vol.31, n.2, pp.101-106, 2010.

BOTEON, M.; CAPPELLO, F. P.; GOMES, F. G.; VIANNA, M. M. **Revista Hortifruti Brasil**, CEPEA/ESALQ/USP, Ano 12, n.123, pp.12-13, maio, 2013.

BRASIL. *Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003*. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/L10.711.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.711.htm)>. Acesso em: 14 set. 2016.

BRASIL. *Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013*. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/112787.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112787.htm)>. Acesso em: 14 set. 2016.

BRITO, A. *Avança a irrigação na citricultura paulista. Gazeta Mercantil, finanças e mercados. Campinas, 16 de junho, 2004*. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/gm16062004.php>>. Acesso em: 14 set. 2016.

BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M.; SILVEIRA, J. M. F. J. Agricultura familiar e condicionantes da adoção de tecnologias agrícolas. In: MATOS, A. G.; LIMA, D. M. A. **Inovação nas tradições da agricultura familiar**. Brasília: CNPq/Paralelo 15, 2002, pp. 331-345.

BUCHINGER, D.; CAVALCANTI, G. A. S.; HOUNSELL, M. S. Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, Passo Fundo, vol.6, n.1, pp.108-120, abril, 2014.

BURKE, W. J. Fitting and interpreting Cragg's tobit alternative using Stata. **Stata Journal**, vol.8, n.4, pp.584-592, 2009.

CALHEIROS, R. O.; OLIVEIRA, D.; CARAMORI, P. H.; GROSSI, M. E. Viabilidade técnica da irrigação em citros no norte e noroeste do Paraná. **Pesq. agropec. Brasi**, Brasília, vol.27, n.6, p. 963-973, jun., 1992.

CAMARA SETORIAL DE EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO (CSEI). Disponível em: <<http://www.camaras.org.br/site.aspx/Associadas-da-CSEI>>. Acesso em: 14 set. 2016.

CAMERANI, R. **The Role of Users and Suppliers in the Adoption and Diffusion of Consumer Electronics: The Case of Portable Digital Audio Players**. United Kingdom: University of Sussex. 291p. Thesis (Doctoral of Philosophy), Science and Technology Policy Research, University of Sussex, Sussex, 2011.

CARLOS, E.F., STUCHI, E.S., DONADIO, L.C. **Porta-enxertos para a citricultura paulista**. Jaboticabal: Funep, 1997. 47p. (Boletim citrícola n.1).

CARRER, M. J. **Determinantes da eficiência técnica e econômica da citricultura em propriedades rurais do Estado de São Paulo**. São Carlos: UFSCar. 254f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2015.

CARROLL, J.; MCCARTHY, S.; CAROL, N. An econometric analysis of charitable donations in the Republic of Ireland. **The Economic and Social Review**, vol.36, n.3, Winter, pp.229-249, 2005.

CARVALHO, J. O.; ANDRADE, E. P. A. Panorama Nacional de Irrigação. In: III Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem, 1989. **Anais...** Fortaleza, Ceará, vol.II, pp. 283-326, 1989.

CASEY, C. F. **A multiple utility approach to understanding conservation technology adoption: application to the Florida tomato industry.** Florida: University of Florida. 147p. Thesis (Doctoral of Philosophy), University of Florida, Florida, 1996.

CASWELL, M.; ZILBERMAN, D. The choices of irrigation technologies in California. **American journal of agricultural economics**, vol.67, n.2, pp.224-234, 1985.

CESAR, D. V.; AMARO, A. A. Evolução da produtividade na citricultura paulista. **Informações econômicas**, vol.34, n.10, pp.7-12, out., 2004.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). 2014. *PIB do Agronegócio de SP: cálculos detalhados confirmam prevalência de Serviços e Indústria Processadora no estado.* Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/imprensa.aspx>>. Acesso em: 14 set. 2015.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). 2015. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br/banco-de-dados-precos-medios-dos-hortifruticolas.aspx>>. Acesso em: 14 set. 2015.

CHALITA, M. A. N. A evolução das relações comerciais entre citricultores e indústrias processadoras de suco na formação dos preços e sua expressão no desenvolvimento setorial. In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2006. **Anais...** Fortaleza, Ceará: SOBER, 2006.

CHRISTOFIDIS, Demetrios. O futuro da irrigação e a gestão das águas. **Revista Item**, vol.1, n.80, pp.40-47, 2008.

CITROLIMA MUDAS CÍTRICAS. *Variedades.* Disponível em: <<http://www.citrolima.com.br/boletim/boletim7.htm>>. Acesso em: 14 set. 2014.

CITROSUCO (2010). *Press\_release\_Acordo\_Citrosuco\_Citrovita\_14-05-10x.* Disponível em: <[http://www.mzweb.com.br/votorantim/web/arquivos/Votorantim\\_ComunicadoCitrovita.pdf](http://www.mzweb.com.br/votorantim/web/arquivos/Votorantim_ComunicadoCitrovita.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2014.

COELHO, E. F.; MAGALHÃES, A. F. J. COELHO FILHO, A. M. A. **Irrigação e fertirrigação em citros.** Cruz das Almas: EMBRAPA: CNPMF. Circular Técnica, 16 p., 2004.

COELHO, Y. S. Nutrição, calagem e adubação. In: **Coleção "500 perguntas 500 respostas." Citros.** O produtor pergunta a Embrapa responde. Fortaleza: Embrapa Produção de Informação-SPI. Brasília, pp.20-22, 2005.

COELHO, R. D. **Contribuições para a agricultura irrigada no Brasil.** Piracicaba: ESALQ/USP: 192p. Livre-Docência. Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, Piracicaba, 2007.

COELHO NETO, A. S. Trajetórias e direcionamentos da política de irrigação no Brasil: as especificidades da região Nordeste e do Vale do Rio São Francisco. In: XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária, 2009, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo: USP, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_06\\_10\\_15\\_19\\_12\\_f96401d39edbdc51b3c0d399086e0ea9.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_10_15_19_12_f96401d39edbdc51b3c0d399086e0ea9.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2016 (a)

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Cartilha do Prêmio Equalizador Pago ao Produtor – PEPRO. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_06\\_10\\_15\\_19\\_12\\_f96401d39edbdc51b3c0d399086e0ea9.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_10_15_19_12_f96401d39edbdc51b3c0d399086e0ea9.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2016 (b)

CONCEIÇÃO, J. P. C. R.; ARAÚJO, P. F. C.; CONCEIÇÃO, P. H. Z. Influência de variáveis representativas de capital humano na adoção de inovações tecnológicas na agricultura brasileira. In: 7º Congresso Latinoamericano de Sociologia Rural, 2006. **Anais...** Quito, Alasru, 2006.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 2011. **Anais...** Porto Alegre-RS: CBGDP, 2011.

CONTE, A. The evolution of the literature on technological change over time: a survey. **Discussion Papers on Entrepreneurship, Growth and Public Policy**. Germany: Group entrepreneurship, growth and public policy, 2006. 74p.

COORDENADORIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDA). *Dados da Citricultura do Estado de São Paulo Consolidado da Citricultura (Total por Escritório de Defesa Agropecuária EDA) Base: 2º Semestre 2012*. Disponível em: <<http://www.cda.sp.gov.br/www/gdsv/index.php?action=dadosCitriculturaPaulista>>. Acesso em: 14 set. 2016 (a)

COORDENADORIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDA). *Dados da Citricultura do Estado de São Paulo Por número de plantas (Total do Estado) Base: 2º Semestre 2012*. Disponível em: <<http://www.cda.sp.gov.br/www/gdsv/index.php?action=dadosCitriculturaPaulista>>. Acesso em: 14 set. 2016 (b).

COORDENADORIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDA). *Dados da Citricultura do Estado de São Paulo Por Variedade Copa (Total do Estado) Base: 1º Semestre 2014*. Disponível em: <<http://www.defesaagropecuaria.sp.gov.br/www/gdsv/dadosCitriculturaPaulistaArquivos/PorVariedadeTodoEstado-2014-01-23.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2016.

COORDENADORIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDA) *Dados da Citricultura do Estado de São Paulo Consolidado da Citricultura (Total por Escritório de Defesa Agropecuária EDA) Base: 2º Semestre 2015*. Disponível em:

<<http://www.cda.sp.gov.br/www/gdsv/index.php?action=dadosCitriculturaPaulista>>. Acesso em: 14 set. 2016 (a).

COORDENADORIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDA)(b). *Dados da Citricultura do Estado de São Paulo Por número de plantas (Total do Estado) Base: 2º Semestre 2015.* Disponível em: <<http://www.cda.sp.gov.br/www/gdsv/index.php?action=dadosCitriculturaPaulista>>. Acesso em: 14 set. 2016 (b).

CRAGG, J. G. Some statistical models for limited dependent variables with application to the demand for durable goods. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, vol.39, n. 5, pp.829-844, Sep., 1971.

CREMADES, R.; WANG, J.; MORRIS, J. Policy support, economic incentives and the adoption of irrigation technology in China. **Policy**, vol.5, pp.1543-1570, 2014.

CRUZ FILHO, N. O. **Do laboratório ao mercado por intermédio de uma empresa desenvolvedora de tecnologia.** Rio de Janeiro: UFRJ. 161p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

CUNHA, D. A. **Efeitos das mudanças climáticas globais na agricultura brasileira: análise da irrigação como estratégia adaptativa.** Viçosa: UFV. 128f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada), Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, UFV, 2011.

CUNHA, D. A. D.; COELHO, A. B.; FÉRES, J. G.; BRAGA, M. J. Effects of climate change on irrigation adoption in Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, vol.36, n.1, pp.01-09, 2014.

DAVID, P. A. **A contribution to the theory of diffusion.** United States: Research Center in Economic Growth, Stanford University, Center for Research in Economic Growth Research Memorandum, 1966. 95p.

DAVIES, S. **The diffusion of process innovation.** Cambridge University Press: Cambridge, 1979. 193 p.

DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS (DEPEC)/BRADESCO. *Suco de Laranja, Maio de 2016.* Disponível em: <<http://www.economiaemdia.com.br/vgn-ext-templating/v/index.jsp?vgnextoid=29fece2f8d741310VgnVCM100000882810acRCRD>>. Acesso em: 14 set. 2016.

DEV, U. K.; HOSSAIN, M. Effect of education on technology adoption and aggregate crop output in Bangladesh. **Bangladesh Journal of Agricultural Economics**, XIX, vol.1, pp.1-15, 1996.

DIEBOLT, C.; MISHRA, T.; PARHI, M. **Dynamics of Distribution and Diffusion of New Technology: A Contribution to the Historical, Economic and Social Route of a Developing Economy.** Indian Studies in Business and Economics. Springer: 1st ed, 2016, 248p.

DINAR, A.; YARON, D. Influence of quality and scarcity of inputs on the adoption of modern irrigation technologies. **Western Journal of Agricultural Economics**, vol.15, n.2, pp. 224-233, Dec., 1990.

DINIZ, S. S. **Análise espacial da produtividade da laranja dos municípios do Estado de São Paulo: 2002-2010**. Londrina: UEL. 117p. Dissertação (Mestrado em Economia Regional), Programa de Pós-graduação em Economia Regional, Centro de Estudos Sociais Aplicados, Universidade Estadual de Londrina, UEL, 2012.

DOS SANTOS, R. A.; BREMER NETO, H.; COELHO, R. D.; MONTEIRO, R. O. C. Análise econômica da implantação de sistemas de irrigação na citricultura do estado de São Paulo. **Irriga**, Botucatu, vol.11, n.1, p.66-77, janeiro-março, 2006.

DRAGONE, D. S. **Formas de organização da produção e decisões de terceirização na citricultura**. Piracicaba: ESALQ/USP. 108p. Dissertação (Mestrado em Ciências: área de concentração: economia aplicada), Departamento de Economia, Administração e Sociologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, ESALQ/USP Piracicaba, 2003.

DRICHOUTIS, A. (Re)estimating marginal changes after “truncreg” and “tobit” in Stata. Munich Personal RePEc Archive, Paper No. 33252, posted 9. September 2011. Disponível em: <[https://mpra.ub.uni-muenchen.de/33252/1/MPRA\\_paper\\_33252.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/33252/1/MPRA_paper_33252.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2014.

DUENHAS, L. H.; VILLAS-BÔAS, R. L.; SOUZA, C. M. P.; RAGOZO, C. R. A.; BULL, L. T. Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja “Valência”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.24, n.1, pp.214-18, 2002.

DUENHAS, L. H.; VILLAS-BÔAS, R. L.; SOUZA, C. M. P.; OLIVEIRA, M. V. A. M.; DALRI, A. B. Produção, qualidade dos frutos e estado nutricional da laranja Valência sob fertirrigação e adubação convencional. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, vol.25, n.1, pp.154-160, jan./abr., 2005.

DUENHAS, L. H., SAAD, J. C. C. Economic viability and selection of irrigation systems using simulation and Stochastic Dominance. **Irriga**, Botucatu, vol.14, n.4, pp.422-430, outubro-dezembro, 2009.

EKANAYAKE, E. M. T.; GUNARATNE, L. H. P.; GUNAWAAYAKE, E. R. N. Technical and Socioeconomic Assessment of Micro-irrigation Systems in the Small Scale Farming Sector of Sri Lanka. **Tropical Agricultural Research**, vol.28, pp.36, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). *Sistema de Produção para Pequenos Produtores de Citros do Nordeste. Sistema de Produção, 17, Versão eletrônica, dez/2005.* Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNEPequenosProdutores/irrigacao.htm>>. Acesso em: 14 set. 2014.

ENOS, J. J.; PARK, W. H. **The Adoption and Diffusion of Imported Technology: The Case of Korea**. Londres: Croom Helm. 1988. 224p.

FAVARO, F. N. **Dinâmica espacial da citricultura no Estado de São Paulo no período de 2007 a 2012**. São José dos Campos: INPE. 89p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.

FEITOSA, R. R. S. **Processos sociais de subalternização do pequeno agricultor à empresa agrícola no perímetro irrigado senador Nilo Coelho em Petrolina-PE**. Campina Grande: UFCG. 148f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais), Centro de Humanidades, Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, Paraíba, 2012.

FERREIRA, Z. D. **Determinantes da irrigação do Brasil: uma análise do spillover espacial**. Viçosa: UFV. 70f. Dissertação (*Magister Scientiae*), Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2015.

FERREIRA, J. O. **Gestão da cadeia de suprimentos na indústria citrícola: uma proposta de modelo de planejamento integrando utilizando dinâmica de sistemas**. São Carlos: UFSCar. 194f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2014.

FERREIRA, J. O.; BATALHA, M. O.; DOMINGOS, J. C. Integrated planning model for citrus agribusiness system using systems dynamics. **Computers and Electronics in Agriculture**, vol.126, pp.1-11, 2016.

FIGUEIREDO, M. G.; BARROS, M. A. L., FRIZZONE, J. A. Consumo de fertilizantes e produtividade da laranja em São Paulo ao longo das décadas de 1970, 1980 e 1990. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol.47, n.3, pp.637-650, 2009.

FISHELSON, G.; RYMON, D. Adoption of agricultural innovations: the case of drip irrigation of cotton in Israel. **Technological Forecasting and Social Change**, vol. 35, n.4, pp. 375-382, 1989.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Irrigation and Drainage – Brazil. 2010*. Disponível em: <[http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/Profile\\_segments/BRA-IrrDr\\_eng.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/BRA-IrrDr_eng.stm)>. Acesso em: 14 set. 2014.

FUDLUNBERG, D.; TIROLE, J. Preemption and rent equalization in the adoption of new technology. **Review of Economic Studies**, vol.52, n.3, pp.383–401, 1985.

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA (FUNDECITRUS). *Palestra: Retrato da citricultura paulista e tendências*. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/>>. Acesso em: 14 set. 2015.

FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA (FUNDECITRUS). *Pragas e doenças*. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/>>. Acesso em: 14 set. 2016.



FURTADO, A. Difusão tecnológica: um debate superado?. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNTYI, T (org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006. Cap. 7, pp.168-192.

FUSARO, M. A. The rank, stock, order and epidemic effects of technology adoption: an empirical study of bounce protection programs. **The Journal of Technology Transfer**, vol.34, n.1, pp.24-42, Feb., 2009.

GABAN, L. C. **Análise comparativa das instituições e organizações agroindustriais cítricas dos estados da Flórida (EUA) e São Paulo (Brasil)**. São Carlos: UFSCar. 191p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2008.

GAVA, G. J. C.; SILVA, M. A.; SILVA, R. C.; JERONIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S.; KOLLN, O. T. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.15, n.3, pp.250-255, 2011.

GAZETA DE BEBEDOURO, 17, 18 e 19 de dezembro de 2011. Disponível em: <<http://www.associtrus.com.br/pdf/1d602cac525adebe460c1c07d058f674.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2016.

GENIUS, M.; KOUNDOURI, P.; NAUGES, C.; TZOUVELEKAS, V. Information Transmission Irrigation Technology Adoption and Diffusion: Social Learning, Extension Services, and Spatial Effects. **Amer. J. Agr. Econ.**, vol.96, n.1, pp.328–344, 2012.

GEROSKI, P. A. Models of technology diffusion. **Research Policy**, vol.29, n.4-5, pp.603–625, 2000.

GETACHER, T.; MESFIN, A.; GEBRE-EGZIABHER, G. Adoption and impacts of an irrigation technology: Evidence from household level data in Tigray, Northern Ethiopia. **African Journal of Agricultural Research**, vol.8, n.38, pp.4766-4772, 2013.

GHILARDI, A. Análise comparativa de custos de produção de laranja para indústria, Estado de São Paulo, Safra 2005/2006. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, vol. 27, n.2, pp.165-184, 2006.

GIRARDI, E. A. Viveiro protegido de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.38, n.1, pp.001-232, 2016.

GOLDSTEIN, U. *Custos de Implantação e Amortização de Sistemas de Irrigação Localizada em Citrus. Palestra apresentada no IV Simpósio de Citricultura Irrigada (06 e 07 de julho de 2006)*. Disponível em: < <http://gtacc.com.br/pdf/irrigation/169.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2015.

GOÑI, C.; OTERO, A. Supplementary Irrigation in ‘Spring’ Navel Orange and Satsuma ‘Owari’ Mandarin on Temperate Growing Conditions. In: VI International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, 2009. **Proceedings...** Viña del Mar, Chile: ISHS, Acta Horticulturae, 889, pp.331-338, 2011.

GOLLA, W. **Determinants of Drip Irrigation Technology Adoption in Degua woreda, Tigray Region, Ethiopia: Household Level Analysis.** Ethiopia: UM. 90p. Dissertation (Master of Art Degree in Development Studies), Mekelle University, UM, Ethiopia, 2010.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas é vital na produção citrícola. **Visão agrícola**, n.2, pp.54-59, jul./dez., 2004.

GRAVENA, S. História do controle de pragas na citricultura brasileira. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, vol.32, n.2, pp.85-92, 2011.

GREEN, G.; SUNDING, D.; ZILBERMAN, D.; PARKER, D. Explaining irrigation technology choices: a microparameter approach. **American Journal of Agricultural Economics**, vol.78, n.4, pp.1064-1072, 1996.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis.** New York: Prentice Hall, Stern School of Business, New York University, 5<sup>th</sup> edition, 2002. 1026p.

GRILICHES, Z. Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. **Econometrica**, vol.25, n.4, pp. 501-522, Oct.,1957.

GRIZOTTO, R. K.; SILVA, J. A.; MIGUEL, F. B.; MODESTO, R. T.; VIEIRA JUNIOR, J. B. Qualidade de frutos de laranja Valência cultivada sob sistema tecnificado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, vol.16, n.7, pp.784-789, 2012.

GROSSI, M. E. Aspectos da competitividade da agroindústria de suco de laranja no Brasil. **Leituras de Economia Política**, Campinas - SP, vol.2, pp.3-16, jun., 1996.

GUAJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica.** Porto Alegre: McGrawHill, 5<sup>o</sup> edição, 2011, 924p.

HALL, B. H.; Innovation and Diffusion. In: FABERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (eds.). **The Oxford Handbook of Innovation.** New York: Oxford University Press Inc., 2005. 656p.

HASSE, G. **A Laranja no Brasil 1500-1987: a história da agroindústria cítrica brasileira dos quintais coloniais às fábricas exportadoras do século XX.** Ed. Duprat e Lobe: São Paulo, 1987.

HAYAMI, Y., RUTTAN, V. **Agricultural development an international perspective.** Baltimore: John Hopkins University Press, 1971. 367p.

HE, X-F.; CAO, H.; LI, F-M. Econometric analysis of the determinants of adoption of rainwater harvesting and supplementary irrigation technology (RHSIT) in the semiarid Loess Plateau of China. **Agricultural water management**, vol.89, n.3, pp.243-250, 2007.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. Applied logistic regression. 2nd ed. New York: Wiley, 2000. 528p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Agropecuário, 1995/1996*. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=748&view=detalhes>>. Acesso em: 14 set. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Agropecuário, 2006*. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro\\_2006.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2014*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 set. 2014.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). *Estatísticas da Produção Paulista. 2015*. Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjectiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjectiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>. Acesso em: 14 set. 2014 (a).

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Indicadores Ipea*. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 13 set. 2015.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA (IICA). **Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil**. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), Projeto de Cooperação Técnica IICA/BRA/08/002 - AGRICULTURA IRRIGADA – MI, 2014.

ITABORAHY, C. R. **Agricultura irrigada: estudo técnico preliminar**. Brasília: Agência Nacional de Águas/MMA. 2004.

ITABORAHY, C. R.; COUTO, L.; SANTOS, D. G. PRETO, L. A.; RESENDE, L.S. **Agricultura irrigada e o uso racional da água**. Brasília: Agência Nacional de Águas/Superintendência de Conservação de Água e Solo. 2004.

KAMWAMBA-MTETHIWA, J.; NAMARA, R.; FRAITURE, C.; MANGISONI, J.; OWUSU, E. Treadle pump irrigation in Malawi: Adoption, gender and benefits. **Irrigation and Drainage**, vol.61, n.5, pp.583-595, 2012.

KARPAGAM, C.; RAVICHANDRAN, V.; MURALI, P.; PUTHIRA- PRATHAP, D.; SHNATHY, T.R. Influence of Profile Characteristics on Social-Dynamics Among Sugarcane Drip Users and Non-drip Users: A Farm Level Enquiry. **Sugar Tech**, vol.15, n.4, pp.349-353, 2013.

KARSHENAS, M.; STONEMAN, P. Rank, stock order and epidemic effects in the diffusion of new process technologies: an empirical model. **Rand Journal of Economics**, vol. 24, n.4, pp.503–528, 1993.

KARSHENAS, M.; STONEMAN, P. Technological Diffusion. In: STONEMAN, P. ed. **Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change**. Cambridge MA: Blackwell Publishers Inc, pp.265-297, 1995.

KAY, R. D.; EDWARDS, W. M.; DUFFY, P. A. **Farm Management**. McGraw-Hill, New York, 2008. 468p.

KIRUTHIKA, N. Determinants of adoption of drip irrigation in sugarcane cultivation in Tamil Nadu. **American International Journal of Research in Humanities, Arts and Social Sciences**, vol.5, n.2, pp.143-146, Dec./Feb., 2013/2014.

KULECHO, I. K.; WEATHERHEAD, E. K. Adoption and experience of low-cost drip irrigation in Kenya. **Irrigation and drainage**, vol.55, n.4, pp.435-444, 2006.

KULSHRESHTHA, S. N.; BROWN, W. J. Role of farmers' attitudes in adoption of irrigation in Saskatchewan. **Irrigation and Drainage Systems**, vol.7, n.2, pp. 85-98, 1993.

LAFORGA, G. **Dinâmica do comércio justo, associativismo e agricultura familiar na citricultura brasileira**. São Carlos: UFSCar. 345f. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2005.

LAURINDO, V. T. *Resultado dos pomares de citros irrigados. 2º Simpósio de Citricultura irrigada. 23 p. (2004)*. Disponível em: < <http://gtacc.com.br/pdf/irrigation/17.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2016.

LEVANTAMENTO CENSITÁRIO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (LUPA). 1995/1996. Disponível em < <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 14 set. 2014.

LEVANTAMENTO CENSITÁRIO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (LUPA). 2007/08. Disponível em < <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 14 set. 2014.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: FREITAS, M. A. V.; ANEEL; OMM; SRH/MMA. (Org.). **O Estado das Águas no Brasil - 1999: Perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos**. Brasília: 1ªed.: 1999, vol.1, p. 73-82.

LOPES, F. F. **Caracterização e quantificação do sistema citrícola brasileiro**. São Paulo: FEA/USP. 121p. Dissertação (Mestrado em Administração), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, FEA/USP, São Paulo, 2005.

LUCHIARE, D. J. F. (2003). *Palestra: citricultura irrigada: realidades, dificuldades e perspectivas - 02/02/2003*. Disponível em < <http://www.gtacc.com.br/pdf/irrigation/99.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2014.

MACHADO, R. T. M. Fundamentos sobre o estudo da dinâmica das inovações no agribusiness. **Revista de Administração Contemporânea**, vol. 2, n.2, pp.127-141, maio/ago, 1998.

MAGALHÃES, A. F. J. Nutrição, calagem e adubação. In: **Coleção "500 perguntas 500 respostas." Citros.** O produtor pergunta a Embrapa responde. Fortaleza: Embrapa Produção de Informação-SPI. Brasília, pp.83-101, 2005.

MAIA, M. L.; AMARO, A. A. Estrutura do Mercado de Suco Cítrico no Brasil, **Revista da Laranja**, vol. 15, Cordeirópolis, SP, 1994.

MAL, P.; ANIK, A. R.; BAUE, S.; SCHMITZ, P. M. Bt cotton adoption: a double-hurdle approach for north Indian farmers. **AgBioForum**, vol.15, n.3, pp. 294-302, 2012.

MANSFIELD, E. Technological change and the rate of imitation. **Econometrica**, vol 29, n.4, pp.741-766, 1961.

MARINO, M. K.; AZEVEDO, P. F. Avaliação da intervenção do Sistema Brasileiro de Defesa da Concorrência no sistema agroindustrial da laranja. **Gestão & Produção**, vol.10, n.1, pp. 35 a 46, abril, 2003.

MARTINELLI JÚNIOR, O. **O Complexo Agro-Industrial no Brasil: Um estudo sobre a Agroindústria Citrícola no Estado de São Paulo.** FEA: São Paulo. 275p. Dissertação (Mestrado em Administração), Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, FEA/USP, São Paulo, 1987.

MASINDE, W. J.; OBARE, G. A.; OWUOR, G.; WASILWA, L. Factors Influencing Adoption of Tissue Culture Banana in Western Kenya. In: 4<sup>th</sup> International Conference of the African Association of Agricultural Economists (AAAE). 2013. Hammamet, Tunisia. **Proceedings...** Hammamet, Tunisia, 2013.

MELLO, F. O. T.; PAULILLO, L. F. O. Análise do alinhamento entre os atributos das transações e as formas de governanças empregadas na citricultura. **Gest. Prod**, vol.16, n.4, pp.679-690, 2009.

MESQUITA, S. P.; SAMPAIO, L. M. B.; BRITO RAMALHO, H. M.; ARAÚJO JÚNIOR, I. T. A Oferta de Trabalho Não Agrícola no Meio Rural: Evidências para o Nordeste e Brasil. **Economia Selecta**, Brasília-DF, v.11, n.4, pp.103-131, dezembro, 2010.

METCALFE, J. S. Impulse and diffusion in the study of technical change. **Futures**, vol.13, pp.347-59, 1981.

MICHAILIDIS, A.; KOUTSOURIS, A.; NASTIS, S. Adoption of sustainable irrigation practices in water scarce areas. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, vol.17, n.5, pp. 579-591, 2011.

MIGNOUNA, D. B.; MANYONG, V. M.; MUTABAZI, K. D. S.; SENKONDO, E. M. Determinants of adopting imazapyr-resistant maize for Striga control in Western Kenya: A double-hurdle approach. **Journal of development and agricultural economics**, vol. 3, n.11, pp. 572-580, 2011.

MILGROM, P.; ROBERTS, J. The economics of modern manufacturing: technology strategy and organization. **American Economic Review**, vol. 80, n.3, pp.511-528, 1990.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Instrução Normativa n° 16. 2003.* Disponível em <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1801704276>>. Acesso em 14 set. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Instrução Normativa n° 52. 2007.* Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=29141583>>. Acesso em 14 set. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Instrução Normativa n° 41. 2008.* Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=18888>>. Acesso em 14 set. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Instrução Normativa n° 3. 2008.* Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=77606> >. Acesso em 14 set. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Instrução Normativa n° 24* Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=77848> >. Acesso em 14 set. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Instrução Normativa n° 48.* Disponível em: < <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=177769766> >. Acesso em 14 set. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). 2011. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Citricultura/25\\_reuniao/App\\_SPA.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Citricultura/25_reuniao/App_SPA.pdf)>. Acesso em 14 set. 2016.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). *A irrigação no Brasil: situação e diretrizes.* Brasília: IICA, maio, 2008. 132p.

MIRANDA, J. H.; FARIA, M. A.; IGARASHI, G. S. *Irrigação Localizada por mangueira plástica perfurada - 'Tripas'. Lavras-MG: UFLA, 2001 (Boletim de Extensão).* Disponível em <<file:///C:/Users/fabianarossi/Downloads/IRRIGA%C3%87%C3%83O%20LOCALIZADA%20POR%20MANGUEIRA.pdf> >. Acesso em: 17 set. 2014.

MIZUMOTO, F. M. **Strategy and entrepreneurial action in family business: the analysis of human capital and social capital.** São Paulo: FEA/SP. 133f. Tese (Doutorado em Administração), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, FEA/SP, 2009.

MOFFATT, P. G. Hurdle models of loan default. **Journal of the operational research society**, vol.56, n.9, pp.1063-1071, Sep., 2005.

MORENO, G.; SUNDING, D. L. Joint estimation of technology adoption and land allocation with implications for the design of conservation policy. **American Journal of Agricultural Economics**, vol.87, n.4, pp.1009-1019, 2005.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. São Paulo: Saraiva, 5<sup>o</sup> edição, 2004, 526 p.

MORRIS, R. A. **The U.S. orange and Grapefruit Juice Markets: History, Development, Growth, and Change**, June 2010. Disponível em:< <http://edis.ifas.ufl.edu/fe834>>. Acesso em: 14 set. 2011.

MUNHOZ, J. R.; MORABITO, R. Otimização no planejamento agregado de produção em indústrias de processamento de suco concentrado congelado de laranja. **Gestão & Produção**, vol.17, n.3, pp.465-481, 2010.

MUSARA, J. P.; CHIKUVIRE, T. J.; MOYO, M. Determinants of micro irrigation adoption for maize production in smallholder irrigation schemes: Case of Hama Mavhaire irrigation scheme, Zimbabwe. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, vol.10, n.1, 2010.

NEGRI, D. H.; BROOKS, D. H. Determinants of irrigation technology choice. **Western Journal of Agricultural Economics**, vol.15, n.2. pp.213-223, 1990.

NEGRI, D. H.; GOLLEHON, N. R.; AILLERY, M. P. The effects of climatic variability on US irrigation adoption. **Climatic Change**, vol.69, n.2, pp.299-323, 2005.

NELSON, R. R.; WINTER, S. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982. 400p.

NEVES, M. F.; LOPES, F. F. **Estratégias para a laranja no Brasil**. Editora Atlas: São Paulo, 2005. 201p.

NEVES, M. F. (Coord); TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O Retrato da Citricultura Brasileira**. Ribeirão Preto, SP: Editora Marcos Fava Neves, 2010, 137p.

NEVES, M. C. M. **Estruturas de governança na compra de laranja pelos *Packing Houses* de São Paulo: um estudo multicaso**. São Carlos: UFSCar. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2012.

NOLTZE, M.; SCHWARZE, S.; QAIM, M. Understanding the adoption of systemic innovations in smallholder agriculture: the System of Rice Intensification (SRI) in Timor Leste. In: XIII<sup>th</sup> Congress of the European Association of Agricultural Economists, 2011. **Proceedings...** Zurich, Switzerland: EAAE, 2011.

NORTH, D. Economic Performance Through Time. **The American Economic Review**, vol.84, n.3, pp.359-368, 1994.

OKOLI, C.; SCHABRAM, K. **Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research.** *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, 10(26), 2010. Disponível em: <<http://sprouts.aisnet.org/10-26>>. Acesso em: 14 out. 2014.

OLIVEIRA, K. F. **Estudo sobre os fatores que influenciam a decisão pela adoção de software livre em instituições públicas.** Porto Alegre: PUC. 166p. Dissertação (Mestrado em Administração e Negócios), Programa de Pós-graduação em Administração, Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUC- RS, Rio Grande do Sul, 2010.

OLMSTEAD, A.; RHODE, P. Induced innovation in American agriculture: a reconsideration. **Journal of political economy**, vol.101, n.1, pp.100-118, 1993.

ORTOLANI, A. A.; PEDRO JUNIOR.; M. J.; ALFONSI, R. R. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.C.P.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. (Ed). **Citricultura brasileira.** Campinas: Fundação Cargill, 1991, vol.1, pp.153-195.

PAGLIUCA, L.; CAPPELO, F. P.; VIANA, M.; LORENZI, C.; BOTEON, M.; BORGATO, E.; LOURENCINI, I. **Revista Hortifruti Brasil**, CEPEA/USP/ESALQ, Ano 11, n.112, pp. 19-20, maio, 2012.

PALARETTI, L. F.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. Caracterização e diagnóstico de sistemas de irrigação e práticas de manejo de água na citricultura do Norte do estado de São Paulo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, vol.28, n.2, pp.531-551, 2011.

PATINO, M. T. O., PASCHOALETTO, C. S., ALCÂNTARA, M. R. Comparação dos custos de produção com e sem irrigação nas principais culturas agrícolas do estado de São Paulo. In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2014. **Anais...** Campo Grande - MS: SOBER, julho, 2014.

PAULILLO, L. F. O.; VIEIRA, A. C.; ALMEIDA, L. M. A. Organização Industrial Citrícola Brasileira. In: PAULILLO, L. F. O. (Org.). **Agroindústria e citricultura no Brasil: diferenças e dominâncias.** Rio de Janeiro: E-papers, capítulo 1, pp.19-53, 2006 (a).

PAULLILO, L. F. O.; ALMEIDA, L. M.; VIEIRA, A. C. Filtros Institucionais e Entraves Organizacionais na Citricultura Paulista. In: PAULILLO, L. F. O. (org). **Agroindústria e Citricultura no Brasil: diferenças e dominâncias.** Rio de Janeiro: E-papers, capítulo 3, pp. 111-148, 2006 (b).

PAULILLO, L. F. O.; ALMEIDA, L. M. M. C. A coordenação agroindustrial citrícola brasileira e os novos recursos de poder: dos políticos aos jurídicos. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, vol.11, n.1, p. 11-27, 2009.

PETILLO, M. G., CASTEL, J. R. The response of Valencia orange trees to irrigation in Uruguay. **Spanish Journal of Agricultural Research**, vol.2, n.3, pp. 429-443, 2004.

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. **Systematic reviews in the social sciences: a practical guide.** Oxford: Wiley-Blackwell Publishing, 2005. 352p.



PIRES, R. C. M.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; FUJIWARA, M.; CALHEIROS, R. O. **Agrometeorologia como suporte ao manejo de recursos hídricos e preservação de mananciais. Métodos e Manejo da irrigação.** Centro de Eco fisiologia e Biofísica. Instituto Agronômico, 1999.

PRADO, A. K. S.; MACHADO, E. C.; MEDINA, C. L.; MACHADO, D. F. S. P.; MAZZAFERA, P. Florescimento e frutificação em laranjeiras “Valência” com diferentes cargas de frutos e submetidas ou não à irrigação. **Bragantina**, Campinas, vol.66, n.2, pp.173-182, 2007.

REDE BRASIL ATUAL. 2016. *Trabalhador ganha R\$ 0,40 por saco de laranja.* Disponível em: <<http://www.redebrasilatual.com.br/blogs/blog-na-rede/2010/03/trabalhador-ganha-r-0-40-por-saco-de-laranja>>. Acesso em: 14 out. 2016.

REINGANUM, J. F. On the Diffusion of New Technology: A Game Theoretic Approach. **Review of Economic Studies**, vol.48, n.3, pp.395-405, 1981.

REINGANUM, J. F. On the Diffusion of New Technology: A Game Theoretic Approach. **Review of Economic Studies**, vol. 48, n.3, p. 395-405, 1981.

REZENDE, R., CARDOSO, C. O., GONÇALVES, A. C. A., PERES, F. C., FRIZZONE, J. A., & FOLEGATTI, M. V. Viabilidade econômica da irrigação complementar na cultura de citros na região noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, vol. 21, n.3, p.591-598, 1999.

ROGERS, E. M.. **Diffusion of innovations.** 5<sup>th</sup> edition. New York: Free Press, 1983. 543p.

ROSENBERG, N. *Tecnología y Economía.* Barcelona: Gustavo Gili (Edt). 1979.

ROSENBERG, N. **Inside the Black Box.** Technology and Economics, Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 304p.

ROSSI, R. M.; NEVES, M. F.; CARVALHO, D. T. Características do processo de decisão de compra pelos citricultores paulistas em relação a fertilizantes foliares. **Laranja**, Cordeirópolis, vol.25, n.1, pp.19-35, 2004.

ROSSI, F. R.; SOUZA FILHO, H. M.; CARRER, M. J. Determinants of the adoption of irrigation Technologies by citrus growers of the State of São Paulo-Brazil. In: International Food and Agribusiness Management Association, 2015. **Proceedings...** Saint-Paul, Minnesota, USA: IFAMA, 2015.

ROSSI, F. R.; SOUZA FILHO, H. M.; CARRER, M. J. Irrigation adoption by orange producers of the state of São Paulo-Brazil: determinants and barriers. In: Annual Meeting of the Southern Agricultural Economics Association, 2016. **Proceedings...** San Antonio, Texas, USA: SAEA, 2016.

RUBAS, D. J. **Technology adoption: who is likely to adopt and how does the timing affect benefits.** Texas: TAMU. Thesis (Doctor in Philosophy in Agricultural Economics), Texas A&M University, Texas/USA, 2004.

SAKAI, E. *Palestra. Principais sistemas de irrigação utilizados na citricultura brasileira. Microsoft PowerPoint - Apresenta\347\343o1. 2003.* Disponível em <<http://www.gtacc.com.br/pdf/irrigation/107.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2014.

SANTANA, R. A.; CAVALCANTE FILHO, F. N., ASEVEDO, C. M. G. D., SANTOS NETO, J. M. D. Perímetro de Irrigação Salitre. **Extramuros - Revista de Extensão da Univasf**, vol.3, n.2, 2015.

SANTOS, A. C. V. **Integração vertical, concentração e exclusão na citricultura paulista.** São Carlos: UFSCar. 171p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2003.

SARKAR, J. Technological Diffusion: Alternative Theories and Historical Evidence. **Journal of Economic Surveys**, vol.12, n. 2, pp.131-176, 1998.

SAVAGE, J.; BROZOVIC, N. Irrigation Technology Adoption Under Factor Price Uncertainty: Groundwater-Irrigated Production in Nebraska, 1960--2005. In: Joint Annual Meeting of the Agricultural and Applied Economics Association and American Council on Consumer Interests, 2009. **Proceedings...** Milwaukee, Wisconsin, USA: AAEA/ACCI, 2009.

SCHOENGOLD, K.; ZILBERMAN, D. The economics of water, irrigation, and development. In: EVENSON, R.; PINGALI, P. (Eds.). **Handbook of Agricultural Economics, Volume 3: Agricultural development: farmers, farm production and farm markets.** Amsterdam: North-Holland, 2007. pp. 2933-2977.

SCHUCK, E. C.; FRASIER, W. M.; WEBB, R. S.; ELLINGSON, L. J.; UMBERGER, W. J. Adoption of more technically efficient irrigation systems as a drought response. **Water Resources Development**, vol.21, n.4, pp.651-662, 2005.

SCHUMPETER, A. J. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico** (1 ed., 1934). Tradução: Maria Sílvia Possas. Coleção: Os economistas. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SCHUMPETER, A. J. Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982. 345 p.

SENADO (2009). *O mercado de fertilizantes no Brasil – Diagnóstico e propostas de políticas.* Disponível em: <[http://www.senado.leg.br/comissoes/CRA/AP/AP20090414\\_Dr\\_Ali\\_Aldersi\\_Saab\\_\(2\).pdf](http://www.senado.leg.br/comissoes/CRA/AP/AP20090414_Dr_Ali_Aldersi_Saab_(2).pdf)>. Acesso em: 14 out. 2014.

SHANG, J.; ZHU, L.; LUZADIS, V. A. The influencing factor analysis of water-saving irrigation technology adopted by farmer: A case study in Heilongjiang. In: International Conference on E-Business and E-Government, 2011. Shanghai, China. **Proceedings...** Shanghai, China: ICEE, 2012.

SHAHZADI, E. Investigating Factors Influencing Adoption of Pressurized Irrigation Systems by Farmers Case Study: Garmsar County, Iran. **American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science**, vol.13, n.1, pp.32-37, 2013.

SHIKIDA, P. F. A.; LOPEZ, A. A. O. A questão da mudança tecnológica e o enfoque neoclássico. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, vol.5, n.09, pp.81-92, maio, 1997.

SILVA, J. A. A. **Comportamento da laranjeira Pêra sobre dois porta-enxertos e três níveis de irrigação**. Jaboticabal: UNESP. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal, 1999.

SILVA, C. A.; TEODORO, R. E. F.; DE MELO, B. Produtividade e rendimento do cafeeiro submetido a lâminas de irrigação. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, vol.43, n.3, pp.387-394, 2008.

SILVA, G. O.; FERNANDES, E. J.; LAURINDO, V. T. Respostas da laranjeira Valência a diferentes níveis de água e sistemas de irrigação localizada. **Laranja**, vol.30, n.1-2, p.105-116, 2009.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL (SINDIVEG). Disponível em: < <http://sindiveg.org.br/estatisticas-do-setor/>>. Acesso em: 14 set. 2014.

SINGH, P. K.; PATEL, S. K.; TRIVEDI, M. M.; PATEL, G. R. Assessing the relative impacts of the factors affecting MIS adoption process. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, vol.22, n.3, pp.213-218, 2015.

SITE: <[www.mapasparacolorir.com.br](http://www.mapasparacolorir.com.br)>. Acesso em: 14 out. 2014.

SITE: <[www.tsezamo.com.br](http://www.tsezamo.com.br)>. Acesso em: 14 out. 2014.

SITE: <<http://www.pivotcentral.com.br/>>. *Sistemas de irrigação*. Acesso em: 14 out. 2014.

SKAGGS, R. K. Predicting drip irrigation use and adoption in a desert region. **Agricultural Water Management**, vol.51, n.2, pp.125–142, 2001.

SMAJSTRLA, A. G.; KOO, R. C. J. Effects of trickle irrigation methods and amount of water applied on citrus yields. In: 97<sup>th</sup> Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society, 1984. **Proceedings...** Florida, vol.97, pp. 3-7, 1984.

SOLOW, R. M. El cambio técnico y la función de producción agregada. In: ROSENBERG, N.(org). *Economía del cambio tecnológico*. México: Fondo de Cultura Económica, 1979, p. 319-336.

SOUZA FILHO, H. M. **The adoption of sustainable agricultural Technologies: a case study in the state of Espirito Santo, Brazil**. First Edition. Ashgate Publishing Lts.,1997. 190 p.

SOUZA FILHO, H. M. Desenvolvimento agrícola sustentável. In: BATALHA, M. O. (org). **Gestão agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 2001, pp.585-627.

SOUZA FILHO, H. M.; ROSA, F. T.; VINHOLIS, M. M. B. Análise da competitividade da cadeia produtiva da carne bovina do Estado de São Paulo. **Informações econômicas**, vol.40, n.3, pp.16-28, 2010.

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; DA SILVEIRA, J. M. F. J.; VINHOLIS, M. D. M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, vol.28, n.1, pp.223-255, 2011.

SOUZA FILHO, H. M.; PAULILLO, L. F. O. *Considerações sobre o texto do voto de aprovação no CADE para a fusão Citrosuco e Citrovita. 2011*. Trabalho técnico. Disponível em: <<http://www.associtrus.com.br/aprovacaofusao.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2014.

STONEMAN, P. Intra-firm diffusion Bayesian learning and profitability. **Economic Journal**, vol. 91, n.362, pp.375–388, 1981.

STONEMAN, P. **The Economic Analysis of Technical Change**. Nova York: Oxford University Press, 1983. 282p.

STUCH, E. S.; GIRARD, E. A. **Utilização de práticas culturais frente ao Huanglongbing**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, Documentos 191, 2010. 77p.

SURIÑACH, K.; AUTANT-BERNARD, C.; MANCA, F.; MASSARD, N.; MORENO, R.. **The diffusion/adoption of innovation in the internal market** (Nº 384). Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), European Commission Economic Papers, September, 2009. 323p.

TAVARES, E. L. A. **Estratégias competitivas: o caso da indústria citrícola paulista**. Campinas: Unicamp. 250p. Dissertação (Mestrado em Economia), Programa de Pós-graduação em Economia, Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Campinas, 1996.

THIRTLE, C. G.; RUTTAN, V. W. **The role of demand and supply in the generation and diffusion of technical change**. London: Harwood Academic Publishers, 1987. 178p.

TOLEDO, M.; CASTILLO, R. Grandes empresas e uso corporativo do território: o caso do circuito espacial produtivo da laranja. **Geosul**, vol. 23, n.46, pp.79-93, 2008.

TORKAMANI, J.; SHAJARI, S. Adoption of New Irrigation Technology Under Production Risk. **Water Resour Manage**, vol.22, 229–237, 2008.

TORRES, R. L. A “inovação” na teoria econômica: uma revisão. In: VI Encontro de economia catarinense, 2012. **Anais...** Joinville, Santa Catarina: EEC, 2012.

TSCHERNING, H.; DAMSGAARD, J. Understanding the diffusion and adoption of telecommunication innovations: what we know and what we don't know. In: 11<sup>th</sup> IFIP Working Conference on Open IT-Based Innovation: Moving Towards Cooperative IT

Transfer and Knowledge Diffusion. 2008. Madrid. **Proceedings...** Madrid, Italy, Springer US, pp.39-60, 2008.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *Census of agriculture 2012, Specialty Crops, vol. 2, subject series, part 8*. Disponível em <[https://www.agcensus.usda.gov/Publications/2012/Online\\_Resources/Specialty\\_Crops/SCROPS.pdf](https://www.agcensus.usda.gov/Publications/2012/Online_Resources/Specialty_Crops/SCROPS.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2016.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *Citrus Annual\_Sao Paulo ATO\_Brazil\_12-5-2014.pdf*. Disponível em: <[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Citrus%20Annual\\_Sao%20Paulo%20ATO\\_Brazil\\_12-5-2014.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Citrus%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_12-5-2014.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2014.

VAEZI, L; DARAN, H. H. Evaluation of the Effective Parameters on Pressurized Irrigation System by Iranian Farmers. **Middle-East Journal of Scientific Research**, vol.11, n.1, pp. 39-45, 2012.

VERMANI, S.; KATHPALIA, J.; PUNIA, D. Adoption and impact assessment of conservation agriculture technologies with special reference to growing of cotton crop with drip irrigation. **Journal of Cotton Research and Development**, vol.28, n.1, pp.154-160, 2014.

VESCOVE, H. V.; TURCO, J. E. P. Consumo e custo de energia elétrica na cultura de citros irrigado por gotejamento e microaspersão, com três lâminas de água. **Irriga**, Botucatu, vol. 15, n. 1, p. 75-89, janeiro-março, 2010.

VIEIRA, D. B. **As Técnicas de Irrigação**. Editora Globo S/A. São Paulo - SP, 1989. 263p.

VIEIRA, A. C. Aspectos técnicos da produção citrícola no Brasil. In: PAULILLO, L. F. O. (Org.). **Agroindústria e citricultura no Brasil: diferenças e dominâncias**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006, capítulo 7, pp. 300.

VIEIRA, A. C. Aspectos Técnicos da Produção Citrícola no Brasil. In: PAULILLO, L. F. O. (Org.). **Agroindústria e citricultura no Brasil: diferenças e dominâncias**. Rio de Janeiro: E-papers, capítulo 1, pp.19-53, 2006.

VIEIRA, D. B.; TELLES, D. D. Panorama na irrigação no Brasil: evolução, tendências, novas legislações. **Ingeniería del agua**, vol.8, n.2, pp. 207-217, junio, 2001.

VILLAS-BÔAS, R. L.; MORAES, M. H.; ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; CAMARGO, D. A.; DUENHAS, L. H. Teores de nutrientes na folha, qualidade do suco e massa seca de raízes de laranja "Valência" em função da irrigação e fertirrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.24, n.1, pp.231-235, 2002.

VINHOLIS, M. M. B. **Fatores determinantes da adoção da certificação Sisbov/Traces na pecuária de corte do estado de São Paulo**. São Carlos: UFSCar. 231f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2013.

WEYESSA, B. G. A. Double-Hurdle Approach to Modeling of Improved Tef Technologies Adoption And Intensity Use in Case of Diga District of East Wollega Zone. **Global Journal of Environmental Research**, vol.8, n.3, pp.41-49, 2014.

WILSON, P. N. First-order economizing: Irrigation technology adoption and the farm. **Agrekon**, vol.40, n.2, pp. 231-248, 2001.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory Econometrics: A Modern Approach**. Cengage Learning, 4<sup>th</sup> edition, 2008. 912p.

YU, B., A. NIN-PRATT, J. FUNES. **Cereal Production and Technology Adoption in Ethiopia**. ESSP II Working Paper 31. Addis Ababa: International Food Policy Research Institute / Ethiopia Strategy Support Program II, vol.31, 2011.

ZANETTI, M. Implantação do pomar de citros: aspectos sobre o adensamento. **Revista HFF & citrus**, Jaguariúna, pp. 1-2, jan./fev., 2007 Disponível em: <[http://www.citrograf.com.br/download/Revista\\_HFF\\_Citrus.pdf](http://www.citrograf.com.br/download/Revista_HFF_Citrus.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2016.

ZANINI, J. R.; PAVANI, L C.; SILVA, J. A. A. **Irrigação em citros**. Boletim citrícola, UNESP/ FUNEP/ EECB, n.7, dez., 1998. 35p.

## APÊNDICE A

**Quadro 1** – Resultados das buscas realizadas nas bases de dados internacionais para seleção de estudos para a elaboração da RBS.

Palavras-chave	BASES DE DADOS INTERNACIONAIS					
	Web of science			Scopus		
	Nº de estudos			Nº de estudos		
	Enc.	Inc.	Exc.	Enc.	Inc.	Exc.
<sup>a</sup> (1) "Adopt* of irrigat*"	82	1	82	51	0	51
(2) "*Irrigat* adopt*"	63	0	63	23	1	22
(3) "*Irrigat* adoption" AND "determinant*"	5	2	3	4	0	4
(4) "*Irrigat* adoption" AND "factor*"	11	4	5	5	0	5
(5) "Adoption of *irrigat*" AND "determinant*"	3	3	0	1	1	0
(6) "Adoption of *irrigat*" AND "factor*"	27	2	25	14	0	14
(7) "Us* of *irrigat*" AND "determinant*"	8	0	8	2	0	2
(8) "Us* of *irrigat*" AND "factor*"	261	2	259	117	0	117
(9) "*Irrigat* us*" AND "determinant*"	13	0	13	2	0	2
(10) "*Irrigat* us*" AND "factor*"	325	0	0	205	0	205
(11) "*irrigat* system*" AND "adopt*" AND "determinant*"	15	3	7	17	0	17
(12) "*Irrigat* system*" AND "adopt*" AND "factor*"	200	0	200	142	0	142
(13) "*Irrigat* techn*" AND "adopt*"	411	0	411	225	1	224
(14) "*Irrigat* techn*" AND "adopt*" AND "determinant*"	23	5	12	10	0	10
(15) "*Irrigat* techn*" AND "adopt*" AND "factor*"	90	0	90	47	0	47
(16) "Water-Saving Irrigation" AND "adopt*"	107	0	107	62	0	62
(17) "Water-Saving Irrigation" AND "adopt*" AND "factor*"	21	0	21	15	0	15
(18) "Water-Saving Irrigation" AND "adopt*" AND "determinant*"	2	0	2	2	0	2
(19) "Sprinkler Irrigation Systems" and "adopt*"	27	2	23	19	0	0
(20) "Sprinkler Irrigation Systems" and "adopt*" AND "determinant*"	0	0	0	0	0	0
(21) "Sprinkler Irrigation Systems" and "adopt*" AND "factor*"	11	0	11	7	0	7
(22) "*irrigat* scheme*" AND "adopt*"	207	0	207	108	0	108
(23) "*irrigat* scheme*" AND "adopt*" AND "factor*"	40	0	40	16	0	16
(24) "*irrigat* scheme*" AND "adopt*" AND "determinant*"	8	0	8	2	0	2
(25) "Micro irrigat*" AND "adopt*"	102	0	102	65	0	65
(26) "Micro irrigat*" AND "adopt*" AND "determinant*"	5	0	5	4	0	4
(27) "Micro irrigat*" AND "adopt*" AND "factor*"	19	0	19	17	0	17
(28) "drip irrigat*" AND "adopt*"	537	0	537	294	0	294
(29) "drip irrigat*" AND "adopt*" AND "determinant*"	5	0	5	2	0	2
(30) "drip irrigat*" AND "adopt*" AND "factor*"	89	0	89	47	0	47
(31) "Water-Conserving-Technology" AND "adopt*"	89	0	89	6	0	6
(32) "Water-Conserving-Irrigation" AND "adopt*"	3	0	3	6	0	6
(33) "Water-Saving Technology" AND "adopt*"	44	0	44	68	0	68
(34) "Pressurized irrigat*" AND "adopt*"	26	0	26	15	0	15
(35) "Pressurised irrigat*" AND "adopt*"	3	0	3	3	0	3
(36) "Pivot irrigate*" AND "adopt*"	43	0	43	4	0	4
(37) "Bubbler irrigation" AND "adopt*"	3	0	3	1	0	1
(38) "Groundwater irrigat*" AND "adopt*"	46	0	46	31	0	31
(39) "Furrow irrigat*" AND "adopt*"	27	0	27	79	0	79
(40) "Basin irrigat*" AND "adopt*"	43	0	43	18	0	18
(41) "Surface irrigat*" AND "adopt*"	161	0	161	75	0	75
(42) "Border irrigat*" AND "adopt*"	27	0	27	18	0	18
(43) "Trickle irrigat*" AND "adopt*"	16	0	16	18	0	18
(44) "Dribble irrigat*" AND "adopt*"	0	0	0	0	0	0
(45) "Treadle pump irrigation" AND "adopt*"	6	0	6	2	0	2
TOTAL	3.248	23	3.225	1.869	3	1.866

Fonte: elaborado pela autora com base nas pesquisas realizadas na *Web of Science* e *Scopus* (2015).

<sup>a</sup> Os números em parênteses indicam o número da busca.

\* É um símbolo de truncamento que pode ser utilizado na busca por estudos nas bases de dados. Quando utilizado duplamente na palavra, ele recupera quaisquer palavras que contenham a parte selecionada, quando utilizado no final, ele recupera todas as palavras que possuem o sufixo. As buscas foram realizadas entre janeiro de 2014 e outubro de 2015, podendo apresentar mudanças no número de estudos encontrados em cada busca se feitas atualmente.

## APÊNDICE B

**Quadro 2** - Resultados das buscas realizadas nas bases de dados nacionais para a seleção de estudos para a elaboração da RBS.

Palavras-chave	BASES DE DADOS NACIONAIS					
	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP			Scielo		
	Nº de estudos			Nº de estudos		
	Enc.	Inc.	Exc.	Enc.	Inc.	Exc.
<sup>a</sup> (1) "adoção" e "irrigação" (título)	0	0	0			
(2) "adoção" e "irrigação" (resumo)	155	0	155			
(3) "adoção" e "irrigação" (palavras-chave)	0	0	0			
(4) "adoção" AND "irrigação"				36	2	34
(5) "adotar" AND "irrigação"				7	0	7

Fonte: elaborado pela autora com base nas pesquisas realizadas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP e *Scielo* (2015).

<sup>a</sup> Os números em parênteses indicam o número da busca. As buscas foram realizadas entre janeiro de 2014 e outubro de 2015, podendo apresentar mudanças no número de estudos encontrados em cada busca se realizadas atualmente.



## APÊNDICE C

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – DEP

#### PROJETO FAPESP/UFSCar: Determinantes da eficiência técnica e econômica na citricultura em propriedades rurais do estado de São Paulo

#### IDENTIFICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

1. Número do questionário: (\_\_\_\_)

#### DATA DA ENTREVISTA

2. Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### DADOS CADASTRAIS

A pessoa a ser entrevistada deve ser necessariamente o responsável pelas decisões estratégicas da empresa. No caso de produtor rural, entrevistar o dono da propriedade. No caso de grupo empresarial, verificar antes do agendamento a estrutura organizacional para a tomada de decisão (site da empresa ou contatos).

3. Nome do entrevistado: \_\_\_\_\_
4. Nome da empresa: \_\_\_\_\_
5. Função: \_\_\_\_\_
6. Nome propriedade: \_\_\_\_\_
7. Localização da propriedade (município/UF): \_\_\_\_\_
8. Localização GPS da propriedade: \_\_\_\_\_
9. Telefone para contato: \_\_\_\_\_
10. Email de contato: \_\_\_\_\_

#### PARTE A – CARACTERÍSTICAS DO PRODUTOR/TOMADOR DE DECISÕES

##### Conhecimento formal e experiência do produtor ou tomador de decisões estratégicas da propriedade

11. Idade (anos): (\_\_\_\_)

12. Anos de estudo: (\_\_\_\_)

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 0 – sem instrução        | 7 - 7ª série fundamental |
| 1 – 1ª série fundamental | 8 - 8ª série fundamental |
| 2 - 2ª série fundamental | 9 – 1ª série médio       |
| 3- 3ª série fundamental  | 10 - 2ª série médio      |
| 4 - 4ª série fundamental | 11 - 3ª série médio      |
| 5 – 5ª série fundamental | 12 – superior incompleto |

6 - 6ª série fundamental

16 – superior completo

18 – pós-graduação

13. Área de formação do superior completo: (\_\_\_\_\_)

14. Área de formação da pós-graduação: 1 – Sim 2 – Não 3 – Não se aplica

A) Especialista (\_\_\_\_). Área: \_\_\_\_\_

B) Ms. (\_\_\_\_). Área: \_\_\_\_\_

C) Dr. (\_\_\_\_). Área: \_\_\_\_\_

15. Há quantos anos o Sr. trabalha com produção agropecuária? (\_\_\_\_)

16. Há quantos anos o Sr. trabalha com citricultura? (\_\_\_\_)

#### Associativismo/ rede social

17. É membro de associações de classe ou cooperativa?

Nome 1-Sim 2-Não	Atualmente, com qual frequência o Sr. participa das reuniões 1- freqüentemente (quase todas reuniões) 2- ocasionalmente (algumas reuniões) 3- nunca 4- não se aplica	Já exerceu ou exerce função de diretoria/gerência 1-Sim 2-Não 3-não se aplica
A) Associação de classe: (____) Especificar: _____		
B) Sindicato Rural: (____)		
C) Câmara setorial: (____)		
D) Cooperativa: (____) Especificar: _____		
E) Pools para compra de insumos e venda de laranja (____) Especificar: _____		

### Experiência profissional

18. Além da atividade agropecuária, exerce ou já exerceu outra atividade profissional:

- 1-Sim                    1 – sócio-proprietário (apenas participação nos resultados)  
2-Não                    2 – sócio-proprietário (participação nos resultados e exerce atividade)  
                                 3 - empregado em função de gestão (diretoria, gerência, supervisão)  
                                 4 - empregado em função operacional  
                                 5 - não se aplica

A) Atualmente: (\_\_\_) Especificar: \_\_\_\_\_ Função: (\_\_\_)

### PARTE B – CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA PRODUÇÃO

19. Número de propriedades rurais (\_\_\_\_\_)

20. Número de propriedades com produção citrícola (\_\_\_\_\_)

21. Estrutura da gestão agropecuária (1 - Sim 2 - Não):

- A) Grupo comercial (\_\_\_)  
B) Gestão por meio de administrador (\_\_\_)  
C) Gestão do proprietário da fazenda (\_\_\_)  
D) Outra (especificar): \_\_\_\_\_

22. Evolução da área e produção de citrus em 2011 e 2012 nas propriedades rurais

15

**PROPRIEDADE 1** : considerar a propriedade com maior produção de laranja na região que foi escolhida

23. Própria? 1-Sim 2-Não (\_\_\_) Caso não seja própria, especificar o tipo de exploração:  
(\_\_\_\_\_)

24. Nome da propriedade: \_\_\_\_\_

25. Localização (município/UF): \_\_\_\_\_

26. Distribuição no uso da terra no ano de 2013:

	Área total (ha)	Área em produção	Área irrigada
TOTAL			
Lavoura permanente (especificar):			
Lavoura temporária (especificar):			
Pastagem:			
Outra (especificar):			

27. Utiliza alguma cultura em consórcio com a laranja? (\_\_\_) 1 Sim 2 Não  
Especificar: \_\_\_\_\_

28. Fontes de água na propriedade (1-Sim 2-Não):

- A) Rio, riacho, lago, açudes, mananciais (\_\_\_)  
B) Águas subterrâneas (poços) (\_\_\_)  
C) Rede pública (\_\_\_)  
D) Barramento (águas da chuva) (\_\_\_)  
E) Outra. Especificar (\_\_\_\_\_)

**Produção Citrícola (a partir de agora, serão realizadas perguntas específicas para a produção citrícola)**

29. **PRODUÇÃO DE LARANJA NO ANO SAFRA DE 2013:**

Nome da variedade	Ano/Idade do talhão	Número de pés	Quantidade produzida (cx. de 40,8 kg)	Espaçamento/adensamento do talhão	Área (em hectares)	Área irrigada (em hectares)
1. Pêra-rio						
2. Valência						
3. Hamlin						
4. Pêra-Natal						
5. Westin						
6. Murcote						
7. Folha Murcha						
8. Rubi						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
<b>TOTAL (preencher)</b>						

30. Qual foi a receita total obtida com as vendas de laranja em 2013? (em R\$) (\_\_\_\_\_)

**Uso de fatores de produção na citricultura**

31. **MÃO DE OBRA PERMANENTE NA PRODUÇÃO CITRÍCOLA EM 2013**

TIPO	Nº	Jornada de trabalho (1 - 4 horas/dia; 2- 8 horas/dia)	% médio de dedicação anual à citricultura	Remuneração mensal média (R\$)	Remuneração total anual (calcular)	Observações
1. Empresário						
2. Administrador						
3. Empregados permanentes						
4. Familiares assalariados						
5. Outro (especificar)						
Total de funcionários (calcular):				Gasto total com mão-de-obra permanente (calcular):		

32. MÃO-DE-OBRA TEMPORÁRIA PARA A CITRICULTURA EM 2013

Trabalhos realizados	Nº de diárias contratadas no ano	Preço médio da diária (R\$)	Despesa Total (R\$) (calcular)
1. Trabalho de preparo de solo e plantio			
2. Tratos culturais (podas, remoção de ervas daninhas)			
3. Adubações			
4. Tratamento fitossanitário			
5. Colheita			
6. Outros (especificar):			
<b>TOTAL DE DIÁRIAS</b> (calcular):			
Observações:			<u>Gasto total com mão de obra temporária (calcular):</u>

33. MAQUINÁRIO PRÓPRIO UTILIZADO NA CITRICULTURA EM 2013

Relação de máquinas e implementos	Anos de uso	Potência (cv) – apenas para tratores	Horas de utilização anual	Se o Sr. fosse comprar uma máquina nova igual a essa, quanto o Sr. pagaria?	Gastos com manutenção durante o ano (R\$)
<b>Tratores:</b> 1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
TOTAL:					
<b>Implementos:</b> 1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
Observações:					

34. MAQUINÁRIO ARRENDADO PARA USO NA CITRICULTURA EM 2013:

Relação de máquinas (especificar)	Nº de horas (ou dias) trabalhadas (especificar ao preencher)	Preço pago por hora ou dia (especificar ao preencher) (R\$)	Gasto total (calcular) (R\$)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
TOTAL:			

35. CONSUMO DE ENERGIA, ÁGUA E DIESEL EM 2013:

Produto	Quantidade utilizada (especificar o período de tempo ao preencher: mês ou ano)	Preço unitário (calcular)	Gasto total (R\$)
1. Óleo Diesel (l)			
2. Energia elétrica (kW)			
3. Água para irrigação (l)			
4. Outros (especificar)			

36. CONSUMO DE FERTILIZANTES NA CITRICULTURA EM 2013:

Produto	Formulação utilizada (%)			Quantidade utilizada (especificar a medida de valor: kg ou l)	Nº de adubações no ano (não é obrigatório captar essa informação)	Gasto total (R\$)	Preço unitário (calcular)	Quantidade por ha (calcular)	Observações:
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O						
1. Fertilizantes via solo (NPK)									
2. Fertilizantes via solo (NPK)									
3. Fertilizantes via solo (NPK)									
4. Fertilizantes via solo (NPK)									
5. Fertilizantes via solo (NPK)									
5. Outras formulações de fertilizantes via solo (especificar)									
6. Fertilizantes foliares									
<b>TOTAL:</b>									

37. Qual foi seu gasto total com defensivos (produtos fitossanitários: acaricidas, inseticidas, pesticidas e fungicidas) no ano de 2013 (em R\$)? (\_\_\_\_\_)

38. Número de pulverizações em 2013 (\_\_\_\_\_)

39. CONSUMO DETALHADO DE ACARICIDAS E INSETICIDAS EM 2013 (preencher tabela abaixo – essa questão é opcional)

Produto utilizado	Total aplicado (kg ou l)	Gasto total (R\$)	Preço unitário (calcular)	Observações:
1. Acaricidas				
2. Inseticidas				
<b>TOTAL:</b>				

40. Qual foi o seu gasto médio com o frete para a venda da laranja em 2013 (em R\$ por caixa de 40,8 kg)? (\_\_\_\_\_)

**Problemas fitossanitários**

41. Nos últimos cinco anos, seu pomar foi afetado por alguma das seguintes doenças (1- Sim; 2 – Não):

- A. Greening (\_\_\_) percentual de incidência:\_\_\_ B. CVC (\_\_\_) C. Cancro Cítrico (\_\_\_) D. Leprose (\_\_\_) E. Pinta preta (\_\_\_) F. Podridão floral (\_\_\_) G. Morte súbita do citros (\_\_\_)  
 H. Outra (especificar) \_\_\_\_\_

42. Em sua percepção, houve perda de produção do pomar em virtude das doenças e pragas na safra 2013 (1- sim, estimar a perda de produção em % sobre o total; 2 – não; 3 – não se aplica)? (\_\_\_\_\_)
43. O Sr. teve que fazer erradicação de plantas em virtude da ocorrência de doenças e pragas (1- sim; 2- não; 3- não se aplica)? (\_\_\_\_\_)
44. Número de pés de laranja erradicados por motivos de pragas e doenças: (\_\_\_\_\_)

#### Fertilidade e degradação do solo

45. Em sua opinião o solo das áreas destinadas à citricultura em sua propriedade rural é (considerar a **fertilidade natural do solo**):  
 1. Pouco fértil (\_\_\_) 2. Fértil (\_\_\_) 3. Muito fértil (\_\_\_) Observações sobre a fertilidade e tipo do solo \_\_\_\_\_

#### IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO (PARA NÃO ADOTANTES PULAR PARA QUESTÃO 57)

46. Em que ano implantou sistema de irrigação na citricultura: (\_\_\_\_\_)
47. Evolução da área irrigada na citricultura dentro da propriedade:

Ano	Área (ha)

48. Pretende expandir a área com irrigação na citricultura nos próximos anos safra? (\_\_\_) 1 Sim, 2 Não
49. Já possuía experiência com irrigação antes de implementá-la na citricultura: (\_\_\_) (1 – Sim 2 – Não)
50. Quais os motivos que o levaram a adotar a irrigação nos pomares:

.....

.....

.....

.....

51. A atual crise na citricultura provocou redução e/ou interrupção do uso da irrigação nos pomares: (\_\_\_) (1 – Sim 2 – Não)
52. Qual (is) o(s) sistema(s) de irrigação adotado(s): (1 – Superfície [sulco ou canais]); 2 – Aspersão [convencional (móvel, semi-móvel ou fixa), tradicional, mecanizada (autopropelido convencional, autopropelido com carretel enrolador, pivô central)]; 3 – Localizada [gotejamento ou microaspersão]). (\_\_\_\_\_) . Observações: \_\_\_\_\_

53. Qual foi o custo total de implantação do sistema de irrigação (projeto + equipamentos)? (\_\_\_\_\_):

54. Quais os motivos da escolha do sistema de irrigação adotado (1 – Sim 2 – Não)

- A) Maior eficiência na utilização de água: (\_\_\_)  
 B) Melhor adaptado às condições edafoclimáticas regionais: (\_\_\_)  
 C) Menor custo de implantação do projeto: (\_\_\_)  
 D) Menor custo de manutenção do projeto: (\_\_\_)  
 E) Menor complexidade de manuseio dos equipamentos: (\_\_\_)  
 F) Menor necessidade de mão-de-obra especializada: (\_\_\_)  
 G) Possibilidade de utilização de fertirrigação: (\_\_\_)  
 H) Outros. Especificar: \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

55. Faz uso de fertirrigação (\_\_\_) (1–Sim 2–Não) [Em caso negativo, pular para **questão 54**]. Quais os motivos para a adoção da fertirrigação:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

56. Quais os motivos para a **NÃO** adoção de fertirrigação:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Motivos para a NÃO adoção de irrigação**

57. Quais os motivos que o levaram a **NÃO** adotar a irrigação na citricultura:

-----

-----

-----

-----

**Renda**

58. A agropecuária representa quanto (em %) de sua renda total? (\_\_\_\_\_)

59. A citricultura representa quanto (em %) de sua renda total? (\_\_\_\_\_)

**Comercialização (compra de insumos e venda de laranja)**

60. Considerar a compra de insumos variáveis (fertilizantes, sementes e defensivos ) em 2013:

Tipo	A compra é realizada:	Qual o serviço mais relevante que recebe do fornecedor de insumos?
	1. individualmente 2. via pools ou grupos informais 3. via cooperativa 4. outro (especificar)	1- transporte do produto; 2- empréstimo em dinheiro 3-prazos de pagamento 4- assist. técnica 5. desconto em preços 6- Nenhum 88-outro (especificar)
Mudas		
Fertilizantes		
Defensivos		



61. Número de vendas de laranja no ano safra 2013 (\_\_\_\_\_)

62. Considerar a venda de laranja no ano de 2013 e preencher as linhas da tabela abaixo de acordo com cada transação:

Transação	Comprador 1. Indústria 2. Barracões 3. Intermediários 4. Varejo 5. Mercado institucional 6. Outro (especificar)	Nº de caixas de laranja negociadas com este comprador em 2013	Qual o preço médio recebido pela caixa? (pode ser faixa de valores)	Qual mecanismo adotou para vender para este comprador: 1 – mercado spot/sem contrato 2 – contrato a termo só para uma safra (curto prazo) 3. contrato para mais de uma safra (especificar o ano em que foi assinado e a duração do contrato) 4 – integração vertical (tool processing ou processadora de suco)			Recebeu o preço acordado com o comprador? 1. Sim 2. Não (especificar a diferença entre o preço pré estabelecido e o preço recebido) 3. Não se aplica	Já teve algum outro problema com esse comprador que resultou em perda financeira? 1. Atraso no recebimento da fruta 2. Atraso no pagamento da fruta 3. Recebimento abaixo da quantidade contratada 4. Não recebimento da fruta contratada 5. Outro (especificar) 6. Não se aplica
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

63. Nos últimos três anos safra, o Sr. sofreu algum dos problemas abaixo em suas transações de venda de laranja? (1 Sim, 2 Não, 3 Não se aplica):

A) Recebimento de preço diferente do acordado nos contratos de venda (\_\_\_)

B) Atraso no recebimento da fruta (\_\_\_)

C) Atraso no pagamento da fruta (\_\_\_)

D) Recebimento abaixo da quantidade contratada (\_\_\_)

E) Não recebimento da fruta contratada (\_\_\_)

F) Outro (especificar) (\_\_\_\_\_)

64. Acessou a política de garantia de preços mínimos (PEPRO) para comercializar sua produção no ano 2013? (\_\_\_) 1-Sim; 2-Não (pular para a 66)

65. Número de caixas de laranja comercializadas via PEPRO em 2013 (\_\_\_\_\_)

66. Utiliza o mercado de seguro rural? (\_\_\_) 1 Sim; 2 Não

#### Crédito

67. Se solicitou recursos e conseguiu a aprovação de crédito rural nos três últimos anos safra, favor complete o quadro de acordo com as opções para o último ano safra que tomou empréstimo:

Ano safra	Finalidade do crédito 1- Investimento; 2-Custeio	Valor do financiamento (R\$)

68. Possui dívidas do crédito rural para a citricultura vencidas e não pagas? (\_\_\_\_\_)  
1-Sim (especificar o valor); 2- Não

69. Precisou refinanciar alguma dívida do crédito rural vencida para a citricultura nos últimos três anos? (\_\_\_) 1-Sim 2-Não

70. Precisou vender algum bem para quitar dívidas com a citricultura nos últimos três anos: (\_\_\_\_\_) 1-Sim (especificar) 2-Não

#### Assistência técnica para a citricultura

71. Recebeu assistência técnica ou de gestão para a citricultura no ano de 2013 (não inclui capacitação)? (\_\_\_) 1-Sim 2-Não (passar para questão 71)

72. Quem proporcionou a assistência técnica? (1. Sim, 2. Não, 3. Não se aplica)

(\_\_\_) 1-Unidade de extensão oficial (\_\_\_) 2-Empresa privada (GTAAC, etc)

(\_\_\_) 3- Associação/cooperativa (\_\_\_) 4-Indústria de suco

(\_\_\_) 5- Indústria de insumos (\_\_\_) 6- Autônomo

(\_\_\_) 7 - Técnico do pool (\_\_\_) 8- outro (especificar)

73. Indique a finalidade e o custo da assistência recebida

	1-Sim 2-Não	Custo (R\$)
1-gestão da produção (custeio, sistemas gerenciais, etc)		
2-técnicas de produção/cultivo (agricultura de precisão, irrigação, etc)		
3- comercialização e análise de mercado		
4-outro (especificar)		
Total (R\$)		

#### Capacitação e informação

74. Participação do citricultor ou administrador e de seus funcionários em cursos e eventos relacionados à agropecuária: 1 – muito freqüente (mais de uma vez ao ano); 2 – freqüente (anual); 3 - ocasional (pontual, menos de uma vez ao ano); 4 – nunca

	Produtor	Administrador	Outros funcionários
1-Cursos técnicos de produção			
2-Cursos relacionados à irrigação			
3- Congressos, simpósios, palestras agropecuárias e dias de campo			
Outros (especificar)_			

75. Em sua percepção, seus funcionários que trabalham com a citricultura são qualificados? (\_\_\_) 1 Pouco qualificados; 2 Qualificados; 3 Muito qualificados

76. Principais fontes de informação utilizadas para tomar decisões relacionadas à gestão da produção cítrica (grau de importância: 1 – muito importante; 2- pouco importante; 3 –não usa)

A) Internet – informação gratuita: (\_\_\_)

B) Internet – informação paga (ex:boletins de mercado): (\_\_\_)

- C) Jornais e revistas de conteúdo especializado (jornal de cooperativa ou associação, revista técnica, etc): (\_\_\_\_)
- D) Técnicos de empresas de consultoria (serviço pago): (\_\_\_\_)
- E) Outros agricultores: (\_\_\_\_)
- F) Outro (especificar): (\_\_\_\_\_) (\_\_\_\_)

### Ferramentas de gestão

77. Adota as seguintes ferramentas para a gestão da citricultura?

Prática	Adoção 1-Sim 2-Não
A) Planilhas eletrônicas para controle de custos de produção	
B) Registros que permitam controle de estoques de insumos	
C) Registros da produção e produtividade dos pomares (desempenho produtivo – ex: produtividade por talhão, incidência de pragas e doenças por talhão, etc)	
D) Sistemas informatizados para a gestão da propriedade	
E) Acesso à internet para acompanhamento do mercado em tempo real	
F) Técnicas de agricultura de precisão	
G) Produção Integrada de Citros (PIC) ou outras certificações. Especificar:	
H) Viagens para outras regiões produtoras de citros	
I) Outras (especificar): _____	

### Ambiente institucional, expectativas e confiança

78. Assinale, para cada uma das afirmações listadas abaixo, o seu grau de concordância em uma escala de (1) a (5), em que (1) representa completa discordância e (5) representa completa concordância

	1	2	3	4	5
1. Prefiro acreditar na minha intuição para vender a laranja do que usar contratos a termo					
2. O mercado de laranja é muito arriscado					
3. Tenho confiança de que o sistema judiciário garantirá meus direitos contratuais e de propriedade em caso de disputas comerciais (por exemplo, com a indústria processadora de suco					

4. O ambiente de disputas comerciais e práticas anticompetitivas da indústria processadora de suco de laranja afetou de forma negativa meus investimentos na citricultura nos últimos anos e continua afetando minhas expectativas com relação ao futuro da atividade					
5. Minha propriedade tem uma gestão da qualidade superior ao da média dos produtores da minha região					
6. Minha propriedade tem uma gestão administrativa superior ao da média dos produtores da minha região					
7. Meu principal objetivo na gestão da citricultura é obter o maior lucro possível.					

79. Qual é o preço médio que o Sr. espera para a caixa de laranja em outubro de 2014? (\_\_\_\_)

80. Em sua percepção, qual a probabilidade do preço da laranja estar em cada um desses intervalos no próximo ano safra?

R\$/saca	%
4,00-6,00	
6,01-8,00	
8,01-10,00	
10,01-12,00	
12,01-14,00	
14,01-16,00	
Mais de 16,00	

81. Qual seria o preço (R\$/caixa de 40,8 kg) que você conseguiria pagar seus custos variáveis (despesas correntes de safra)? (\_\_\_\_)

82. Qual seria o preço (R\$/caixa de 40,8 kg) que você obteria lucro e continuaria investindo na atividade? (\_\_\_\_)

## APÊNDICE D

**Quadro 3 - Resultados do teste de hipótese Shapiro-Wilk (S-W) das variáveis quantitativas do estudo.**

Variáveis quantitativas	Shapiro-Wilk (valor de p)
Gasto anual com assistência técnica (R\$/hectares de citros)	0,000
Anos de estudos	0,000
Idade	0,583
Experiência na agricultura	0,007
Experiência na citricultura	0,009
Percentual de renda obtida com a agricultura/renda total	0,000
Percentual de renda obtida com a citricultura/renda total	0,000
Renda total (R\$)	0,000
Valor financiado do crédito rural (R\$)	0,000
Número de propriedades rurais	0,000
Número de propriedades com citros	0,000
Área total da propriedade com citros (ha)	0,000
Número de pés de citros na propriedade	0,004
Número de caixas de laranja produzidas na safra 2013/2014	0,000
Área total da propriedade (ha)	0,000
Área com lavouras temporárias (ha)	0,000
Área com outras lavouras permanentes (ha)	0,000
Área com pasto (ha)	0,000
Idade dos pomares	0,000
Percentual de incidência de <i>greening</i>	0,000
Densidade dos pomares (plantas/hectare)	0,000
Percentual da produção de laranja vendido para a indústria	0,001
Percentual da produção de laranja vendido para o mercado de frutas frescas	0,000
Percentual da produção de laranja vendido para outros canais	0,000
Percentual da produção vendido utilizando contratos	0,000
Percentual da produção vendido utilizando mercado <i>spot</i>	0,000
Percentual da produção vendido utilizando formas plurais	0,000
Percentual da variedade pêra-rio plantado	0,000
Percentual da variedade valência e valência americana plantado	0,000
Percentual da variedade Hamlin plantado	0,000
Percentual da variedade Natal plantado	0,000
Percentual da variedade Folha Murcha plantado	0,000
Percentual da variedade Westin plantado	0,000
Percentual da variedade de outras laranjas plantado	0,000
Preço recebido pela caixa de laranja na safra 2013/2014	0,000
Respostas da afirmativa: “Minha propriedade tem uma gestão da qualidade superior ao da média dos produtores da minha região”	0,000
Respostas da afirmativa: “Minha propriedade tem uma gestão administrativa superior ao da média dos produtores da minha região”	0,000
Respostas da afirmativa: “Meu principal objetivo com a gestão da citricultura é obter o maior lucro possível”	0,000
Respostas da afirmativa: “O mercado de laranja é muito arriscado”	0,000
Respostas da afirmativa: “Prefiro acreditar na minha intuição para vender a laranja do que usar contratos a termo”	0,000
Respostas da afirmativa: “Tenho confiança de que o sistema judiciário garantirá meus direitos contratuais e de propriedade em caso de disputas comerciais (por exemplo, com a indústria processadora de suco ou invasões de terra)”	0,000
Respostas da afirmativa: “O ambiente de disputas comerciais e práticas anticompetitivas da indústria processadora de suco de laranja afetou de forma negativa os meus investimentos na citricultura nos últimos anos e continua afetando as minhas expectativas em relação ao futuro da atividade”	0,000

Fonte: elaborado pela autora.

## APÊNDICE E

**Tabela 1-** Teste de multicolinearidade para as variáveis explicativas quantitativas utilizadas nos modelos *double-hurdle*.

Variáveis	EDUC	EXPC	VARIE	DENS	DENS <sup>2</sup>	TAM	SOFT	ENFOR
VIF	1,60	1,53	1,49	54,88	57,88	1,42	1,84	1,11

Fonte: elaborada pela autora com base na pesquisa de campo (2014).

**Tabela 2 -** Matriz de correlação das variáveis explicativas qualitativas utilizadas nos modelos *double-hurdle*.

Variáveis	CURSO	ASSOC	INFO	CANAIS	CONTR	RENDA	ASSIP	CRED	FERT
CURSO	1								
ASSOC	0,06	1							
INFO	0,16	0,24	1						
CANAIS	0,14	0,22	0,17	1					
CONTR	- 0,01	0,24	0,28	0,29	1				
RENDA	0,09	- 0,00	- 0,06	0,19	- 0,05	1			
ASSIP	0,14	0,04	0,12	0,22	0,06	- 0,21	1		
CRED	- 0,03	0,12	0,07	0,00	0,28	- 0,00	- 0,06	1	
FERT	- 0,18	- 0,05	- 0,17	- 0,10	- 0,10	- 0,14	0,22	- 0,04	1

Fonte: elaborada pela autora com base na pesquisa de campo (2014).

## APÊNDICE F

**Tabela 3** – Resultados dos quatro modelos *Tobit* equivalentes estimados para os quatro modelos *double-hurdle*.

Variáveis	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3		Modelo 4	
	Coefficientes (D.P.)	Valores de p	Coefficientes (D.P.)	Valores de p	Coefficientes (D.P.)	Valores de p	Coefficientes (D.P.)	Valores de p
EDUC	1,5544 (2,1426)	0,470						
CURSO	80,1039* (15,5269)	0,000	80,0216* (15,0482)	0,000	69,3424* (15,4313)	0,000	85,7183* (16,8902)	0,000
EXPC	- 0,6386 (0,6798)	0,350						
ASSOC	25,5412*** (13,9349)	0,082	15,5695 (13,7145)	0,259				
INFO	- 15,3351 (15,0920)	0,312						
DENS			0,6743 (0,4690)	0,154	0,8328*** (0,4609)	0,074	0,9189 (0,5663)	0,108
DENS <sup>2</sup>			0,0006 (0,0004)	0,139	- 0,0008** (0,0004)	0,048	- 0,0010*** (0,0005)	0,075
VARIE			- 34,1307 (29,9019)	0,257	- 24,4852 (33,8938)	0,472		
TAM			0,0258 (0,0255)	0,316				
FERT			13,0332 (10,8529)	0,234	6,0203 (11,0224)	0,506	8,8363 (11,3783)	0,440
RENDA			29,7127 (14,1413)	0,006	43,9271* (14,3041)	0,003	41,7478* (14,9911)	0,007
ASSISP					19,8814 (13,6966)	0,150		
SOFIS					39,0219* (14,9856)	0,001	13,1101** (6,2817)	0,040
CONTR					- 9,1265 (13,3904)	0,497	- 21,8429 (15,9963)	0,156
CANAIS					- 2,0898 (12,6614)	0,869	- 0,6960 (15,8261)	0,965
CRED							28,7158*** (16,5628)	0,087
ENFOR							- 7,1496 (5,0837)	0,163

Fonte: elaborada pela autora com dados da pesquisa de campo (2014).

\* Significativo ao nível de 1%

\*\* Significativo ao nível de 5%

\*\*\* Significativo ao nível de 10%