UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Economia

A CONTRIBUIÇÃO DA CITRICULTURA PAULISTA PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ORGANIZAÇÕES EM REDES E DA BIOTECNOLOGIA BRASILEIRA

Richard Campos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Economia da UNICAMP para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente – área de concentração: Economia do Meio Ambiente, sob a orientação do Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro.

Este exemplar corresponde ao original da dissertação defendida por ***Richard Campos*** *em* ***26/02/2004*** *e orientada pelo* ***Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro.***

CPG, 26 / 02 / 2004

Campinas, 2004

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca do Instituto de Economia/UNICAMP

C157c

Campos, Richard.
A contribuição da citricultura paulista para o desenvolvimento das organizações em redes e da biotecnologia brasileira / Richard Campos. - Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador : Ademar Ribeiro Romeiro.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia.

1. Biotecnologia agricola - Brasil. 2. Redes (Organização). 3. Citros. I. Romeiro, Ademar Ribeiro. II.Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Título.

06-064-BIE

Título em Inglês: The contribution of the São Paulo citrus to development of networks organizations and Brazilian biotechnology.
Keywords: Brazilian technology, Networks (Organization), Citrus.
Área de concentração: Economia do Meio Ambiente.
Titulação: Mestre em Desenvolvimento Econômico.
Banca examinadora: Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro.
Prof. Dr. Jose Maria Ferreira Jardim da Silveira.
Profa. Dra. Rosana Icassatti Corazza.
Data da defesa: 26/02/2004.
Programa de Pós-Graduação: Desenvolvimento Econômico.

"Filho meu, se o teu coração for sábio, alegrar-se-á também o meu; exultará o meu íntimo, quando os teus lábios falarem cousas retas. Não tenha o seu coração inveja dos pecadores; antes no temor do Senhor perseverará todo dia. Porque deveras haverá bom futuro, não será frustrada a tua esperança. Ouve, filho meu, e sê sábio; guia retamente no caminho o teu coração." Provérbios 23: 15-19

Dedico esta Dissertação de Mestrado a Deus, pois me concedeu paz de espírito em momentos de angústia e me guiou por veredas seguras.

Agradecimentos

O ato de agradecer é algo que deve ser praticado todos os dias e em ocasiões especiais como esta. Primeiramente, agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo/FAPESP, pois concedeu a Bolsa de Mestrado que tornou possível a realização deste trabalho e a minha permanência na Unicamp.

Quero, sinceramente, agradecer aos professores Ademar Romeiro, José Maria e Rosana Corazza. O Primeiro aceitou o desafio de orientar um cientista social que estava enveredando pelos caminhos da economia e nunca impôs suas opiniões, mas sim apresentou alternativas para a execução deste trabalho. O professor José Maria e a professora Rosana Corazza por apresentarem contribuições valiosas ao trabalho.

Agradeço aos meus pais, Donizete e Juçara, que sempre me apoiaram, mesmo quando as minhas decisões não os agradavam, me ensinando assim, o verdadeiro significado do amor incondicional.

Aos colegas do IE mando um grande abraço e espero que todos realizem seus sonhos e projetos. Agora, gostaria de expressar meus sinceros sentimentos a uma trupe – Sandro, Marcelo, Juliano, Davys e Daniel – que me acompanham desde de 1996, espero que esta nossa amizade possa durar por muitos anos.

Sumário

Introdução	**01**
a)Preâmbulo	**01**
b) A Estrutura da Dissertação	**02**
c) Materiais e Métodos Utilizados	**06**
Capítulo 1- A Citricultura Paulista	**08**
1.1– A Formação da Citricultura Paulista e seus Problemas Fitossanitários	**08**
Capítulo 2 – As Redes de Pesquisa: Uma Importante Estratégia	**31**
2.1– Arranjos Institucionais Tipo Rede: um breve Histórico	**32**
2.2– Contribuições da Economia Evolucionista e Neoschumpeteriana	**34**
2.3– Contribuições da Nova Economia Institucional	**37**
2.4– As Tipologias de Callon	**41**
2.5– Características Gerais da Biotecnologia	**47**
Capítulo 3 – A Contribuição da Citricultura Paulista na Formação da Rede ONSA	**51**
3.1– O Objetivo Principal da Rede ONSA	**52**
3.2– Os Participantes da Rede ONSA	**57**
3.3– Os Genomas Funcionais da *Xylella fastidiosa*	**68**
3.4– O Desenho da Rede ONSA	**75**
Considerações Finais	**80**
Referências Bibliográficas	**84**

Sumário de Quadros Figuras e Fluxograma

Quadro 1 - Participação dos Principais mercados Importadores de Suco Concentrado Congelado de Laranja Brasileiro, em percentagem 14
Quadro 2 – Ocorrência de Cancro Cítrico em Talhões nos anos de 2001, 2002 e 2003 16
Quadro 3 – Incidência de CVC por Região em 2001, no Estado de São Paulo e parte do Triângulo Mineiro em Porcentagem 18
Quadro 4 – Incidência de CVC por Idade da Planta em 2001, no Estado de São Paulo e parte do Triângulo Mineiro em Porcentagem 19
Quadro 5 – Incidência de CVC, entre 1996 e 2001, no Estado de São Paulo e parte do Triângulo Mineiro em Porcentagem 20
Quadro 6- Característica do Setor Citrícola Paulista em 2000 22
Quadro 7 – Produção de Citros nos Estados de 1995 a 2000, em tonelada e porcentagem 23
Quadro 8 – Exportações de Suco de Laranja Concentrado e Congelado de 1990/91 a 2002/2003, em tonelada 23
Quadro 9 - Receita Anual da Atividade Citrícola, em US$ milhões 27
Quadro 10 – Brasil: número de artigos publicados em periódicos científicos internacionais 55
Quadro 11 – Evolução do Orçamento da FAPESP 58
Quadro12 – Pesquisas sobre CVC e Cancro Cítrico em Curso no Fundecitrus, como Instituição Principal (n.º de projetos) 60
Quadro 13 - Pesquisas sobre CVC e Cancro Cítrico em Curso no Fundecitrus, como Instituição Colaboradora (n.º de projetos) 61
Quadro 1 4– Instituições Participantes da Rede ONSA 63
Quadro 15 – Comissão de Supervisão do Projeto Genoma – FAPESP 65

Sumário de Gráficos

Gráfico 1 - Participação dos Principais Produtores Mundiais na Produção de Suco Concentrado e Congelado de Laranja (SCCL) – Safra 1998/1999, em percentagem 23
Gráfico 2 - Participação dos Principais Produtores Mundiais na Produção de Citros – Safra 1998/1999, em percentagem 24

Sumário de Figuras

Figura 1 – Incidência de Cancro Cítrico em Pomares Comerciais 17
Figura 2 – Níveis Analítico-Institucional de Organização do Sistema Econômico 39

Sumário de Fluxogramas

Fluxograma 1 – Cadeia Produtiva Citrícola 29
Fluxograma 2 – Estrutura possível de uma Organização em Redes 43
Fluxograma 3 – Uma Forma Possível de Representação da Rede ONSA 76

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Richard Campos

A Rede ONSA foi constituída tendo entre seus objetivos a geração de conhecimento novo, complexo e multidisciplinar. Para alcançar tais objetivos, a FAPESP optou por um setor que, por um lado, tem grande relevância econômica para o país e que, por outro lado, enfrentava um problema técnico-científico essencial, qual seja, a clorose variegada dos citros (CVC). Neste trabalho, procura-se evidenciar que o governo de São Paulo propiciou, por meio daquela agência financiadora, uma retomada mais agressiva da conexão que deve existir entre o sistema de P&D e o setor produtivo. Ao valer-se de uma estrutura de pesquisa "em rede" e da abordagem de um problema técnico-científico bem definido, a agência permite particularmente o desenvolvimento da área da Biologia Molecular, um dos pilares da moderna biotecnologia.

Palavras – Chave

Redes de Pesquisa – Citricultura – Clorose Variegada dos Citros – Inovação

Introdução

a)Preâmbulo

O dicionário Aurélio apresenta algumas definições para esta palavra, como por exemplo, narração de fatos que precedem uma lei ou um trabalho acadêmico. Assim sendo, faremos uma breve apresentação dos motivos que levaram à execução deste trabalho.

O interesse pelo tema das organizações em rede surgiu durante um trabalho realizado na Incubadora de Cooperativas Populares da UFSCar. Neste trabalho prestávamos assessoria para grupos de indivíduos de baixa renda que estavam participando de um programa que visava a criação de projetos alternativos para a geração de emprego e renda, priorizando a implantação de cooperativas populares.

Este projeto apresentava uma ampla gama de agentes participantes que se localizavam em várias regiões do país e que enfrentavam na maioria das vezes os mesmos problemas, como por exemplo, acesso à linhas de crédito e auxílio jurídico. Estes problemas afetavam a construção sólida de uma alternativa que promovesse a inclusão de uma parcela significativa da população brasileira. Esta situação contribuiu para originar uma série de discussões que pretendiam construir, num primeiro momento, uma organização em rede das Incubadoras de Cooperativas e posteriormente a inclusão das Cooperativas populares.

Estas discussões despertaram o interesse em relação ao tema e a busca por materiais que pudessem auxiliar na execução do projeto. Naquele momento, a

Rede ONSA já possuía um grande destaque no meio científico brasileiro e nos proporcionava um bom estudo de caso. Com isso, surgiu a possibilidade de se realizar um trabalho que permitisse analisar os motivos pelos quais a FAPESP escolheu a citricultura paulista como parceira nesta empreitada científica, a forma como esta rede se organizou e suas contribuições para o desenvolvimento da biotecnologia brasileira.

b) A Estrutura da Dissertação

A agricultura foi a base da economia brasileira até as primeiras décadas do século XX, quando tal posição foi deslocada para a indústria. No entanto, a própria gênese da atividade industrial está fortemente condicionada à agricultura, uma vez que os capitais investidos na nascente indústria brasileira derivaram, em grande parte, de cafeicultores paulistas que buscavam novas áreas de investimentos, dada a redução dos lucros oriundos da atividade cafeeira.

Com a ascensão da indústria, constatamos também a progressiva incorporação entre suas atividades e as atividades agrícolas, gerando a chamada industrialização da agricultura, fato que contribuiu para manter seu papel destacado na conjuntura econômica brasileira.

É preciso observar que a agricultura brasileira não pode ser estudada como um todo homogêneo. As especificidades abrangem o produto, suas características próprias e técnicas de cultivo, o grau de tecnologia empregado, a comercialização, dentre outros aspectos. Essa é a principal razão pela qual tem-se segmentado o estudo da agricultura em unidades menores, tais como:

complexos agroindustriais, sistemas agroindústrias, cadeias produtivas e outras formas de conceituação. Disso deriva que a intenção de estudar a agricultura no país deve necessariamente passar pela escolha de um setor específico. Em virtude do objetivo pretendido nesta dissertação, que é analisar a forma de articulação e organização entre diversos atores de uma rede de pesquisa, bem como os resultados obtidos, optamos pela citricultura.

Embora presente desde a colonização do país, a citricultura passou a ser desenvolvida como uma atividade econômica de maior destaque quando foi cultivada como produto alternativo ao café, já que os lucros da atividade cafeeira se tornaram menos atrativos. Dessa maneira, algumas áreas anteriormente utilizadas para o cultivo do café foram realocadas para o cultivo da laranja, sobretudo na região do Vale do Paraíba, chegando, já nas primeiras décadas do século passado, até as cidades de Limeira e Rio Claro.

É importante relatar que o crescimento da citricultura deu-se em decorrência de uma elevação da demanda externa pelo fruto fresco, mais do que pelo mercado interno. Problemas com a produção na Flórida, motivados por geadas, abriam caminho para a produção brasileira, que acabou se engrandecendo, sobretudo após a introdução de novas tecnologias que permitiram que o país exportasse o suco de laranja congelado e concentrado (SLCC).

O fato de ter-se constituído em grande produtor não significa que não tenha havido problemas no cultivo da laranja. Na verdade, sérios problemas fitossanitários já haviam sido detectados na citricultura, como o vírus da

tristeza, que atacou os pomares na década de 40. A superação desse obstáculo resultou da tomada de medidas pelo governo, de maneira a manter a viabilidade da cultura. Recentemente, na década de 1990, o aparecimento da clorose variegada dos citros, popularmente conhecida como “amarelinho”, impôs um novo risco ao setor. Portanto, a formação da citricultura paulista, sua atual importância para a economia brasileira e seus respectivos problemas fitossanitários são abordados no **capítulo 1 desta dissertação,** pois é de fundamental importância para entendermos a escolha do setor como parceiro no desenvolvimento da biotecnologia brasileira.

Feito isto, abordaremos no **capítulo 2,** a temática das redes de pesquisa como uma importante estratégia para se auferir um padrão tecnológico mais elevado, pois o desenvolvimento de um país depende estruturalmente de uma Política de Ciência & Tecnologia, que estabeleça prioridades e investimentos para pesquisa, bem como conexões entre os diversos agentes que compõem uma rede, e criar instituições que favoreçam o intercâmbio e a incorporação dos resultados da pesquisa na atividade produtiva.

A criação desse tipo de arranjo institucional voltado à organização da pesquisa e da inovação é um recurso crescentemente empregado no empreendimento e execução da atividade inovativa, pois reconhece que o atual processo de geração de conhecimento e aprendizado se caracteriza por uma ampla gama de atores e organizações que possuem competências diversificadas e que necessitam de condições mínimas para funcionar.

Dessa maneira, o estabelecimento de redes é uma forma de se partilhar custos e riscos, além de potencializar e de criar sinergias na geração e aplicação do conhecimento. Portanto, conhecer as principais características de uma rede de pesquisa se torna interessante como via de acesso a novas tecnologias e uma possível melhoria nas condições de inserção de um determinado setor econômico no mercado mundial.

A Rede ONSA, como veremos **no capítulo 3**, foi constituída como tendo entre os seus objetivos a geração de conhecimento novo, complexo e multidisciplinar. Para alcançar tais objetivos a FAPESP optou por um setor econômico importante para o Brasil, ou seja, optou pela citricultura que vinha sofrendo com a expansão da clorose variegada dos citros (CVC).

Esta opção feita pelo governo do Estado de São Paulo propiciou uma retomada mais agressiva da conexão que deve existir entre o sistema de P & D e a sociedade, ou seja, utilizou-se de um grave problema para investir em uma área da ciência – Biologia Molecular – que se torna a cada dia mais essencial no desenvolvimento de um país.

c) Materiais e Métodos Utilizados

Apresentaremos agora os principais materiais e métodos utilizados na realização desta Dissertação de Mestrado:

- Inicialmente, realizamos uma revisão bibliográfica da literatura nacional e internacional relativa ao estudo de redes de pesquisa. As principais fontes consultadas nesta revisão bibliográfica estão catalogadas nas bibliotecas do Instituto de Economia – IE, Instituto de Geociências – IG e Instituto de Filosofia e Ciências Humanas – IFCH, na Universidade Estadual de Campinas.

- Posteriormente, realizamos uma revisão bibliográfica que aborda a formação de redes de pesquisa no Brasil, com maior destaque para a *Organization for Nucleotide Sequencing and Analysis* – ONSA. A razão para a escolha desta rede reside no fato dela ter sido constituída tendo como um dos objetivos o seqüenciamento genético da bactéria *Xylella fastidiosa*, grande responsável pelo aparecimento da Clorose Variegada dos Citros nos pomares paulistas. O aporte financeiro necessário à viabilização do projeto partiu da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. Sendo assim, para esta etapa muitas informações foram extraídas da própria Fundação, via consulta ao *site,* revistas e periódicos da Instituição.

- Paralelamente, realizamos uma revisão bibliográfica que permitiu a obtenção de dados secundários para a caracterização do setor citrícola. Estas informações foram obtidas em revistas especializadas, como a Agroanalysis, editada pela FGV e a revista Informações Econômicas, editada pelo Instituto de Economia Agrícola; relatórios e artigos técnicos do Centro de Citricultura Sylvio Moreira ligado ao IAC e em artigos de uma associação privada ligada à citricultura, o Fundecitrus.
- Finalmente, procedemos a um estudo empírico, com base em entrevistas com pesquisadores que participaram da Rede ONSA, com o objetivo de eliminar as lacunas de informação que inevitavelmente subsistem, mesmo num quadro de abundância de material publicado.

Capítulo 1- A Citricultura Paulista

Este primeiro capítulo tem como objetivo apresentar a importância da citricultura paulista para a economia brasileira e os motivos que levaram a FAPESP a escolher este setor como principal parceira na busca pelo desenvolvimento da biotecnologia brasileira. Para tanto, procuramos apresentar a maneira como a citricultura foi implantada no Estado de São Paulo, a maneira como se expandiu e os problemas que este setor enfrentou e enfrenta.

1 – A Formação da Citricultura Paulista e seus Problemas Fitossanitários

É preciso observar que a agricultura brasileira não pode ser estudada como um todo homogêneo. As especificidades abrangem o produto, suas características próprias e técnicas de cultivo, o grau de tecnologia empregado, a comercialização, entre outros aspectos. Essa é a principal razão pela qual tem-se segmentado o estudo da agricultura em unidades menores, tais como: complexos agroindustriais, sistemas agroindústrias, cadeias produtivas e outras formas de conceituação. Disso deriva que a intenção de estudar a agricultura no país deve necessariamente passar pela escolha de um setor específico. Em virtude do objetivo pretendido nesta dissertação, que é analisar a forma de articulação e organização entre diversos atores de uma rede de pesquisa, bem como os

resultados obtidos, optamos pela citricultura por ter sido a parceira da FAPESP no desenvolvimento da biotecnologia brasileira.

Presente desde a colonização do país, a citricultura passou a ser desenvolvida como uma atividade econômica de maior destaque quando foi cultivada como produto alternativo ao café, já que os lucros da atividade cafeeira se tornaram menos atrativos no início do século XX.

Segundo Martinelli Junior (1987), algumas áreas anteriormente utilizadas para o cultivo do café foram realocadas para o cultivo da laranja, sobretudo na região do Vale do Paraíba, chegando, já nas primeiras décadas do século passado, até as cidades de Limeira e Rio Claro. Devido essa crise da cafeicultura, a cultura da laranja herdou a infra-estrutura existente no Estado, como por exemplo, a malha ferroviária e conhecimentos agronômicos.

Além disso, Di Giorgi (1999) afirma que as condições climáticas bastante apropriadas na margem direita do Rio Tietê, o crescimento de um mercado interno urbano para a fruta fresca e uma incipiente demanda internacional pelo produto – em 1915 o país já exportava o produto para Argentina e Uruguai – contribuíram para estimular o investimento nesta cultura agrícola.

Outro fator importante para a formação e desenvolvimento do setor citrícola foi o envolvimento do governo que colocou em prática políticas de incentivo à produção procurando disponibilizar, via instituições públicas de pesquisa, borbulhas, porta-enxertos e serviços técnicos necessários à instalação de pomares. A citricultura teve, portanto, nas primeiras décadas do século

passado um rol de fatores que favoreceu a sua formação e expansão no Estado de São Paulo.

A presença do Estado na parceria e disponibilização de investimentos voltados para o setor foi fundamental, pois desde o princípio a citricultura lutou contra graves problemas que afetavam a sanidade do produto.

O primeiro grande problema fitossanitário enfrentado pelo setor citrícola paulista ocorreu nos anos 30, com o aparecimento da tristeza dos citros, doença que já havia sido diagnosticada na África do Sul em 1918 e na Argentina em 1930. As primeiras notificações desta doença no Brasil ocorreram em 1937 e segundo Pompeu Junior (2001), cerca de 80% dos 12 milhões de plantas cítricas que existiam no parque citrícola paulista foram eliminadas, ou seja, a propagação da tristeza dos citros no Brasil e o início da 2.ª Grande Guerra levaram a uma primeira crise no setor.

Para retomar a produção e reduzir a ação da tristeza foi realizado um amplo esforço que envolveu pesquisadores e instituições com o objetivo de identificar o agente causador do problema e conseqüentemente propor soluções.

Nesta empreita, as pesquisas realizadas pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em suas Estações Experimentais de Limeira e de Sorocaba, que visavam principalmente as atividades de difusão de insumos e assistência técnica na formação de pomares voltaram-se também para a realização de pesquisas que promovessem o controle de pragas via melhoria da fisiologia e nutrição das plantas. A disposição do IAC em trabalhar de forma cooperativa com as universidades, neste momento com a ESALQ, possibilitou a formação de uma

sólida base de pesquisa que permitiu concluir que o vírus da tristeza atacava, principalmente, as copas das árvores que tinham como porta-enxerto a Laranja Azeda (Ramos-Filho, 1999).

Identificada esta fragilidade do porta-enxerto os pesquisadores passaram a trabalhar na busca de uma alternativa. O porta-enxerto alternativo escolhido foi do limão Cravo que se mostrou mais resistente ao vírus e também por suportar situações climáticas adversas (Pompeu Junior, 2001).

Este primeiro envolvimento mais agudo de múltiplos atores na busca de uma solução para determinado problema propiciou não apenas o controle da doença como foi o primeiro passo na realização de trabalhos que visavam o melhoramento da qualidade do produto via borbulhas pré-imunizadas contra algumas variações do vírus, propiciando assim, a renovação dos pomares paulistas.

Com o controle do vírus da tristeza, a retomada da exportação em grandes quantidades viria com o final da 2ª Guerra Mundial, primeiramente porque os mercados tradicionais voltaram a demandar o produto, pois o intenso processo de urbanização e industrialização propiciou uma contínua demanda. Segundo porque o aprimoramento tecnológico originou o produto que hoje é o verdadeiro carro-chefe do setor: o suco de laranja concentrado e congelado/SLCC, pois esta nova oportunidade de comercialização eliminou algumas barreiras, como por exemplo, a estocagem do produto e os custos de transportes (Martinelli Junior, 1987). E terceiro, as fortes geadas ocorridas na Flórida ao longo da década de 60, acentuaram a demanda externa pelo suco processado. Devido a estas condições, a

citricultura paulista nos 50 e 60 do século passado expandiu suas áreas de plantio alcançando a região central do Estado de São Paulo (Araraquara, Taquaritinga e Matão) e a região norte do Estado (São José do Rio Preto e Bebedouro) (Neves, 1995).

Esta nova oportunidade de comercialização permitiu a reestruturação da produção paulista tendo início na década de 1960 a instalação das primeiras empresas processadoras de suco de laranja no Brasil. Essas fábricas dinamizaram o setor citrícola, pois passaram a influenciar, segundo Pompeu Junior (2001), a formação de pomares mais próximos das empresas e também na composição das variedades da fruta que mais se adequavam ao processamento, entre as variedades que se destacaram podemos citar as seguintes: Hamlin, Pêra, Valência e Natal.

Mesmo assim, a adoção do porta-enxerto do limão Cravo não eliminou os problemas fitossanitários, pois se mostrou vulnerável à outras doenças, como a gomose, sorose e a xiloporose. Em 1940 um novo problema fitossanitário provocado por fungos do gênero *Phytophthora parasitica* e *Phytophthora citrophthora* passaram a preocupar os produtores de laranja. Mas, um problema realmente grave apareceu em 1957, quando um foco do cancro cítrico, doença causada pela bactéria *Xanthomonas citri,* foi identificado no Estado de São Paulo. O cancro cítrico é identificado pelo aparecimento de lesões parecidas com verrugas nas folhas, ramos e frutos e que provoca a queda dos frutos. Este problema fitossanitário foi responsável pela erradicação de cerca de 300 mil

árvores na região de Presidente Prudente, já que naquele momento não se conheciam tratamentos adequados para controlar ou eliminar a bactéria.

Esses problemas fitossanitários não derrotaram a vocação para a exportação da indústria processadora brasileira e fez surgir uma forte concorrência entre o setor citrícola brasileiro e o setor citrícola norte-americano, pois a citricultura paulista passou a apresentar algumas vantagens em relação ao setor citrícola instalado na Flórida. Dentre as vantagens da indústria brasileira Bonacelli *et alii* (2000) apresentam as seguintes: baixos custos da terra e da mão-de-obra, ganhos em escala devido ao grande porte das empresas processadoras brasileiras, políticas de apoio à exportação e um sistema de transporte conectando as empresas processadoras ao porto de Santos.

Esta competição entre os setores citrícolas paulista e norte-americano tem se mantido ao longo das últimas décadas e os americanos reagiram por meio dos seguintes mecanismos: estabelecimento de altas taxas para o produto brasileiro – atualmente a taxação está acima de US$ 400 por tonelada – deslocamento dos pomares para áreas menos propícias a geadas e incentivos à modernização e o desenvolvimento de novas técnicas produtivas. Essas medidas levaram a uma recuperação da produção americana e a redução da importação do suco de laranja concentrado e congelado brasileiro nas últimas décadas do século XX.

Esse fechamento do mercado americano ao suco brasileiro pode ser observado no trabalho realizado por Bonacelli *et alii* (2000). De acordo com os pesquisadores, na safra 1989/1990 40% da produção brasileira de suco de laranja concentrado e congelado foi exportada para os Estados Unidos. Já na safra

1997/1998 o Brasil exportou apenas 16,7% da sua produção para o mercado norte americano. O Quadro 1 mostra quais são na atualidade os principais mercados importadores do suco brasileiro.

Quadro 1 - Participação dos Principais mercados Importadores de Suco Concentrado Congelado de Laranja Brasileiro, em percentagem

Safra	EUA	EUROPA	JAPÂO	OUTROS
1997/1998	16,7	71,2	6,0	6,1
1998/1999	19,2	69,0	8,5	3,3
1999/2000	23,0	63,5	10,0	3,5

Fonte: Adaptado de Bonacelli *et alii*, 2000

Paralelo a esta disputa que vem se desenrolando desde de 1960, na qual a cada ano os países em questão incorporam novos elementos com o objetivo de ampliar ou reduzir a inserção no mercado internacional, a citricultura paulista continuou investindo na busca do controle e eliminação do cancro cítrico. Em 1974 o Instituto Biológico elaborou um programa (Campanha Nacional de Erradicação do Cancro Cítrico/CANECC) que visava a eliminação do cancro cítrico nos pomares paulistas. Em 1977, os representantes do setor citrícola – produtores e indústrias processadoras – criaram uma instituição privada chamada Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus) justamente para auxiliar na identificação e no combate de problemas fitossanitários propondo novas formas de atuação na defesa dos pomares.

A luta contra o cancro cítrico foi ao longo das décadas incorporando outras instituições no processo de busca de soluções, como por exemplo, a ESALQ, o Centro de Citricultura Sylvio Moreira, a Unicamp entre outros. Esta

doença foi controlada até o ano de 1996, quando um novo agente transmissor da doença, a larva minadora dos citros (*Phyllocnistis citrella*) apareceu e provocou uma verdadeira epidemia.

Embora um amplo um número de instituições estejam envolvidas no combate ao cancro, ainda não se produziram métodos de controle sobre o patógeno e a eliminação das plantas contaminadas tem sido realizada como forma de se controlar a propagação da doença.

No ano de 1999, a Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo editou a Portaria nº 17 estabelecendo uma nova metodologia de combate ao cancro cítrico. Esta Portaria determina que ao se encontrar uma planta contaminada todo o talhão[1] deverá ser inspecionado por três equipes diferentes e se o número de árvores contaminadas ficar abaixo de 0,5% do talhão, as plantas foco e as que estiverem num raio de 30 metros deverão ser eliminadas. Mas, se ultrapassar os 0.5% do talhão, todo ele deve ser erradicado.

O Quadro 2 abaixo nos mostra que este tipo de controle promoveu uma diminuição da ocorrência da doença no ano de 2002 em comparação com o ano de 2001. Em 2001, o cancro cítrico foi identificado em 484 talhões, já em 2002 o número de ocorrências caiu para 246 talhões com a doença. Mas os dados também mostram que esta medida é apenas paliativa, pois até agosto de 2003,

[1] Em 02 de julho de 1999 foi editada a Resolução N.º 2 da Comissão Executiva da CANECC, que trata das incidências da doença Cancro Cítrico em propriedades comerciais. A definição de talhão adotada pela Resolução é a seguinte: "Compreende-se por talhão a quantidade de plantas delimitadas de outras existentes no mesmo pomar separado por arruamentos, por estradas, por carreadores ou outro meio qualquer empregado pelo proprietário para identifica-lo ou distingui-lo de outros agrupamentos, com largura superior ao espaçamento entre linhas." Os talhões sempre se referem à propriedades comerciais possuindo no mínimo um talhão com mais de 200 plantas (Fundecitrus 2003 – homepage).

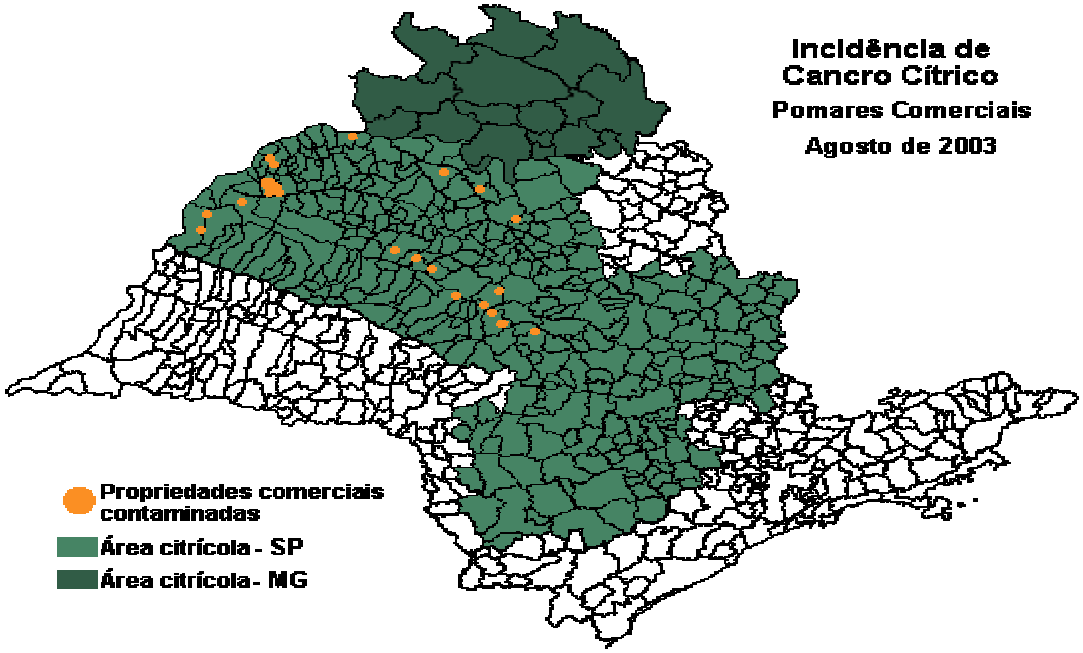
também mostram que esta medida é apenas paliativa, pois até agosto de 2003, 276 talhões apresentaram a doença. Este fato evidencia que este tipo de prática, além de ser onerosa para o setor citrícola, não evita que a doença volte com mais força. E para complementar as informações referentes ao cancro cítrico, a Figura 1, elaborada pelo Fundecitrus nos mostra a posição geográfica de incidência da doença em Pomares Comerciais em agosto de 2003.

Quadro 2 – Ocorrência de Cancro Cítrico em Talhões nos anos de 2001, 2002 e 2003

	2001			2002			2003		
	Talhões			Talhões			Talhões		
MÊS	Novos	Ressurgência	Total	Novos	Ressurgência	Total	Novos	Ressurgência	Total
Janeiro	14	40	54	11	10	21	6	6	12
Fevereiro	23	47	70	8	15	23	16	10	26
Março	23	55	78	10	19	29	13	23	36
Abril	13	50	63	18	25	43	27	22	49
Maio	32	43	75	10	16	26	27	23	50
Junho	14	36	50	9	13	22	10	23	33
Julho	8	21	29	14	11	25	17	25	32
Agosto	9	10	19	5	9	14	20	18	38
Setembro	9	9	18	8	9	17	-	-	-
Outubro	7	5	12	5	4	9	-	-	-
Novembro	2	5	7	4	3	7	-	-	-
Dezembro	6	3	9	5	5	10		-	-
		TOTAL	484		TOTAL	246		TOTAL	276

Fonte: Adaptado de Fundecitrus – homepage 2003

Figura 1 – Incidência de Cancro Cítrico em Pomares Comerciais



Fonte: Fundecitrus 2003 - homepage

Além do cancro cítrico, há outras doenças que também afetam e comprometem a produção paulista de forma menos intensa. Dentre estas, podemos citar a pinta-preta, o bicho furão e a gomose (Fundecitrus 2003 – homepage).

No final do século XX, um novo problema fitossanitário passou a ameaçar a existência da própria citricultura. Esta doença recebe o nome técnico de Clorose Variegada dos Citros, popularmente conhecida como CVC ou "amarelinho".

O Quadro 3 mostra que esta doença apareceu de maneira mais intensa nas regiões norte e noroeste do Estado de São Paulo, justamente nas regiões nobres da citricultura. Dois fatores foram muito importantes para o aparecimento e desenvolvimento desta doença nas regiões citadas: condições climáticas favoráveis e produção de mudas em viveiros desprotegidos.

Quadro 3 – Incidência de CVC por Região em 2001, no Estado de São Paulo e parte do Triângulo Mineiro em Porcentagem

REGIÃO	Plantas com sintoma restrito às folhas (menor severidade)	Plantas com sintomas foliares e frutos miúdos (maior severidade)	TOTAL
Norte	**13,25**	**35,35**	**48,60**
Noroeste	**10,54**	**30,31**	**40,85**
Centro	**11,50**	**27,51**	**39,01**
Sul	**13,06**	**4,27**	**17,33**

Fonte: Adaptado de Fundecitrus 2003 – homepage

O "amarelinho" é causado pela bactéria *Xylella fastidiosa* e segundo *Lee et alii* (1993) e Machado (1997), a bactéria ataca, principalmente, as plantas mais jovens – Quadro 4 – obstruindo o seu xilema – sistema de vasos responsáveis pela distribuição de água e nutrientes – e os sintomas são primeiramente observados nas folhas, que passam a apresentar sinais de deficiência hídrica, diminuição da taxa de fotossíntese, transpiração e condutividade estomática. Logo após, os sintomas são observados nos frutos, e estes se tornam pequenos e

duros tornando-se inviáveis tanto para o consumo da fruta fresca quanto para a produção de sucos e outros derivados.

Quadro 4 – Incidência de CVC por Idade da Planta em 2001, no Estado de São Paulo e parte do Triângulo Mineiro em Porcentagem

IDADE	Plantas com sintoma restrito às folhas (menor severidade)	Plantas com sintomas foliares e frutos miúdos (maior severidade)	TOTAL
0 a 2 anos	**3,42**	**3,75**	**7,17**
3 a 5 anos	**12,25**	**30,79**	**43,04**
6 a 10 anos	**14,03**	**34,47**	**48,50**
Mais que 10 anos	**11,71**	**17,99**	**29,70**

Fonte: Adaptado de Fundecitrus 2003 – homepage

O Quadro 5 nos mostra a incidência da CVC nos pomares do Estado de São Paulo e parte do Triângulo Mineiro. Podemos notar que a infestação vem se desenvolvendo rapidamente e atacando cada vez mais as folhas e os frutos das laranjeiras. Em 1996, apenas 6,17% das plantas infectadas apresentavam sintomas foliares e frutos miúdos, já em 2001, a porcentagem de plantas infectadas e que apresentavam sintomas foliares e frutos miúdos subiu para 24,07%, restando como única alternativa a erradicação das plantas contaminadas.

Quadro 5 – Incidência de CVC, entre 1996 e 2001, no Estado de São Paulo e parte do Triângulo Mineiro em Porcentagem

ANO	Plantas com sintoma restrito às folhas (menor severidade)	Plantas com sintomas foliares e frutos miúdos (maior severidade)	TOTAL
1996	15,93	6,17	22,09
1997	22,89	9,39	32,28
1998	13,68	7,55	21,24
1999	20,95	15,13	36,08
2000	13,23	20,80	34,03
2001	12,37	24,07	36,44

Fonte: Adaptado de Fundecitrus 2003 – homepage

Os pesquisadores, sabendo que a bactéria *Xylella fastidiosa* era o patógeno, realizaram inúmeras pesquisas para descobrir qual era o vetor responsável pela doença. Segundo Yamamoto (2001), após esses estudos descobriu-se que 11 espécies de cigarrinhas poderiam introduzir a bactéria nas plantas e as que apresentaram maior possibilidade de contaminação foram: *Bucephalogonia xanthophis, Dilobopterus costalimai, Oncometopia facialis, Plesiommata corniculata e a Acrogoniai sp.* Ou seja, as cigarrinhas ao se alimentarem de uma planta contanimada passavam a disseminar a doença.

A negligência no combate à doença, como por exemplo, a falta de conhecimento em relação a maneira correta de se proteger o pomar contribuiu para a contaminação de aproximadamente um terço dos pomares, levando à

erradicação de vários deles e conseqüentemente elevando os prejuízos do setor produtivo no ano de 2002 para R$ 235 milhões devido, principalmente, a perda de produtividade, aumento do custo de manejo e renovação do pomar (Fundecitrus, 2003 - homepage).

Estes problemas fitossanitários apresentados pela citricultura e o crescente acirramento na concorrência internacional contribuíram para torná-la mais complexa e relevante para a economia brasileira. O Quadro 6 constituído por informações obtidas de Amaro (2001) e do Informativo CCSM n.º 68 contribui para mostrar de maneira sintética a magnitude do setor citrícola paulista na atualidade.

Quadro 6- Característica do Setor Citrícola Paulista em 2000

Área Ocupada (1000 ha)	**750**
Número de Plantas (milhões)	**214,1**
Densidade Atual (plantas/ha)	**280**
Produção de Frutos (milhões de caixas)	**382**
Produtividade (t/ha)	**22**
Copas Utilizadas (porcentagem)	**41 Pêra; 26 Natal; 23 Valência; 7 Hamlin**
Número de Extratoras (unidades)	**931**
Caminhões para transporte de suco (unidades)	**160**
Terminais Portuários no Brasil (unidades)	**5**
Navios (unidades)	**10**

Fonte: Informativo CCSM nº 68, Janeiro de 2001; Amaro, 2001

Segundo Alves & Almeida (2000) e Amaro (2001), o Brasil é responsável pela maior comercialização de suco[2] e o Estado de São Paulo o maior produtor brasileiro, respondendo por quase 80% da produção nacional. Por isso, neste trabalho adotamos a citricultura paulista como sinônimo de citricultura brasileira e os Quadros 7, 8 e os Gráficos 1 e 2 abaixo, apresentam os dados nos quais nos baseamos para adotarmos tal posição.

Quadro 7 – Produção de Citros nos Estados de 1995 a 2000, em tonelada e porcentagem

	1995	%	1996	%	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%
São Paulo	13.149	83,5	14557	79,4	15465	82,7	13882	82,1	16332	85,6	14521	78,2
Sergipe	5.52	3,5	680	3,7	709	3,8	619	3,6	488	2,5	759	4,0
Bahia	609	3,8	644	3,5	730	3,9	702	4,1	545	2,8	542	3,0
Minas Gerais	373	2,3	574	3,1	496	2,6	465	2,7	440	2,3	421	2,2
Rio Grande do Sul	353	2,2	344	1,8	361	1,9	336	2,0	346	1,8	348	1,8
Brasil	15745	100	18331	100	18696	100	16896	100	19078	100	18559	100

Fonte: Amaro, 2001

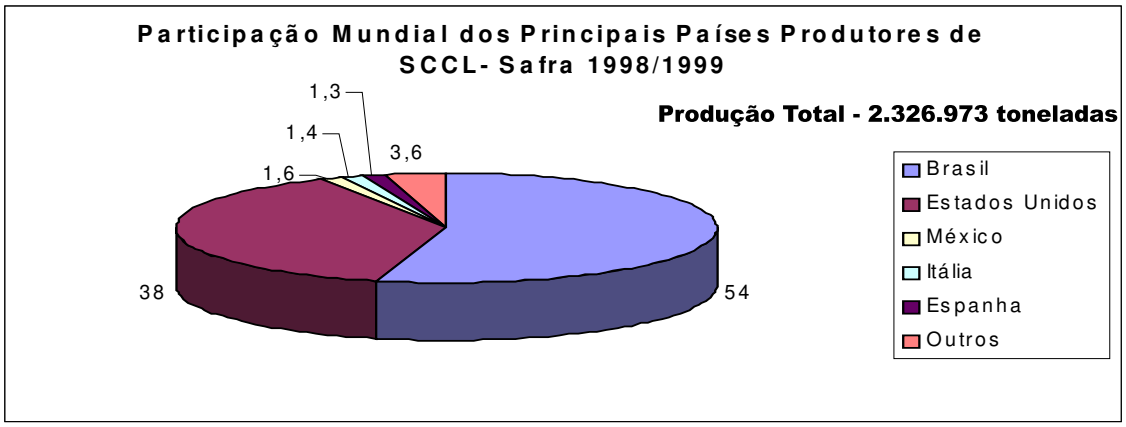
[2] Já no começo dos anos 90 o país era responsável por cerca de 80% das exportações mundiais de suco cítrico, totalizando aproximadamente 800 mil toneladas de suco (Agroanalysis, 05/2000).

Quadro 8 – Exportações de Suco de Laranja Concentrado e Congelado de 1990/91 a 2002/2003, em tonelada

Ano Safra	União Européia	Nafta	Ásia	Outros	Total
1990/91	402.000	303.000	68.000	12.000	786.000
1991/92	500.000	341.000	90.000	21.000	952.000
1992/93	608.000	325.000	84.000	29.000	1.045.000
1993/94	544.000	364.000	102.000	25.000	1.034.000
1994/95	631.000	216.000	146.000	31.000	1.024.000
1995/96	709.000	190.000	98.000	33.000	1.031.000
1996/97	789.000	193.000	125.000	30.000	1.138.000
1997/98	867.000	204.000	108.000	38.000	1.217.000
1998/99	756.000	210.000	93.000	37.000	1.096.000
1999/00	725.438	252.938	113.303	39.913	1.131.592
2000/01	845.781	264.674	99.176	24.643	1.234.274
2001/02	748.471	131.096	124.525	51.174	1.055.266
2002/03	662.996	231.206	126.150	56.904	1.077.256

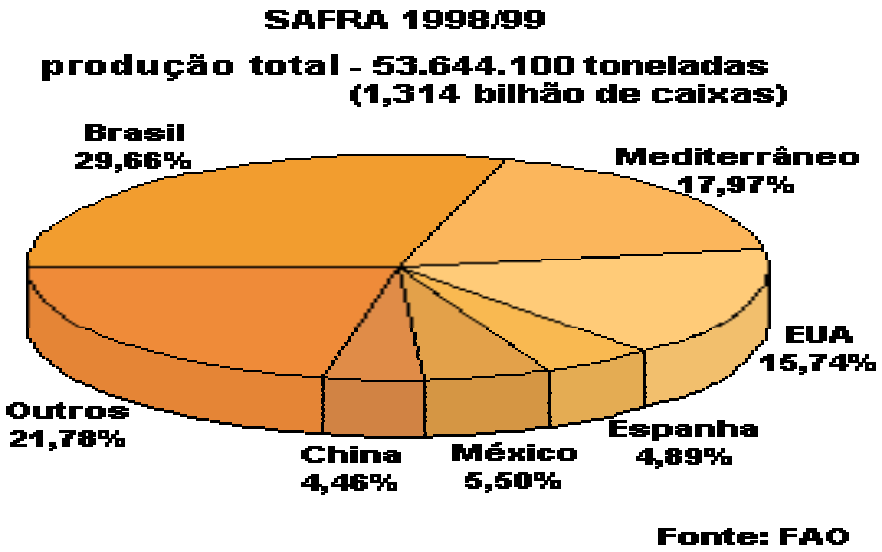
Fonte: ABECITRUS/SECEX, 2003 – homepage

Gráfico 1 - Participação dos Principais Produtores Mundiais na Produção de Suco Concentrado e Congelado de Laranja (SCCL) – Safra 1998/1999, em percentagem



Fonte: Agrianual, 2000

Gráfico 2 - Participação dos Principais Produtores Mundiais na Produção de Citros – Safra 1998/1999, em percentagem



Fonte: FAO/ABECITRUS , 2003 - homepage

Os Gráficos 1 e 2 apresentados acima nos mostra que realmente o Brasil é o maior produtor de citros com 29,66%, enquanto seu concorrente direto os EUA são responsáveis por 15,74% da produção mundial. Na produção de suco concentrado e congelado o Brasil supera a marca dos 50% da produção mundial e os EUA respondem com 38% da produção mundial. É importante lembrar que os Estados Unidos consomem a sua produção enquanto o Brasil exporta grande parte do que produz.

Vários fatores, como dissemos anteriormente, contribuíram para o Brasil a ocupar este posto de destaque, entre eles destacamos os seguintes: os custos de produção situam-se abaixo dos custos de outros países exportadores, a indústria de processamento é tecnologicamente atualizada e a matéria-prima, apesar de

apresentar produtividade baixa, é suficientemente abundante, em razão da área reservada para cultivo, e o produto apresenta o produto apresenta qualidade satisfatória.

Além desse fatores, na década de 1990 para fugir das altas taxas de importação impostas pelos concorrentes, as empresas brasileiras passaram a executar um processo de internacionalização via aquisição de empresas estabelecidas nos mercados importadores.

Este processo teve início em 1992, ano em a Cargill adquiriu na Flórida uma planta processadora da *Procter & Gamble*. Em 1996 a Cutrale passa a controlar, também na Flórida, duas empresas processadoras que pertenciam à *Coca-Cola Company* e a controladora da Coinbra-Frutesp, a *Dreyfuss Citrus*, adquiriu a *Winter Garden*. Em 1997 a Alacoma é adquirida pela Citrosuco, ou seja, o processo de internacionalização não só permitiu ultrapassar a barreira comercial imposta pelas taxas de importação, como atualmente as empresas brasileiras são responsáveis por cerca de 35% da produção de suco nos Estados Unidos (Panorama Setorial, 1998 e Informativo CCSM nº 69, Fevereiro de 2001).

O setor citrícola brasileiro, ou melhor, o setor citrícola paulista é responsável segundo Alves & Almeida (2000), pela geração aproximada de 400 mil empregos diretos e o Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial estima uma receita anual próxima de US$ 4 bilhões.

O Quadro 9 confirma a importância do comércio de suco concentrado e congelado como fator gerador de divisas. A receita deste fator chega a US$ 1,3

bilhão/ano. Outros fatores que vêm se destacando, devido aos problemas fitossanitários, são os defensivos e os fertilizantes que somados atingem uma receita aproximada de US$ 230 milhões/ano. O destaque negativo fica com a exportação de fruta fresca que apresenta uma receita aproximada de US$ 21 milhões.

Quadro 9 - Receita Anual da Atividade Citrícola, em US$ milhões

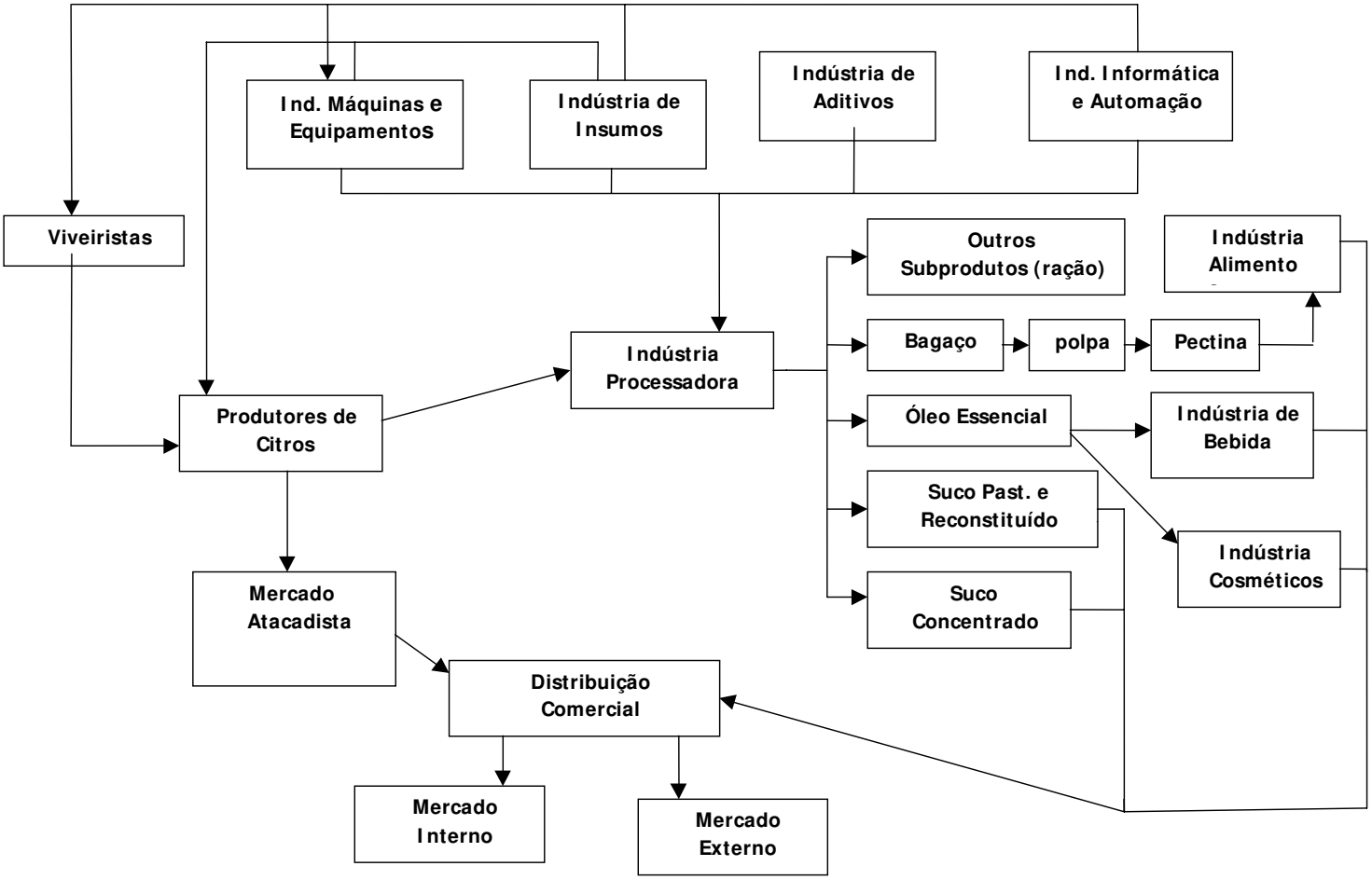
Etapa Produtiva	Itens	Valor Gerado em US$
Indústria a Montante	Defensivos	160 milhões
	Fertilizantes	70 milhões
	Tratores	20 milhões
	Implementos	100 milhões
	Mudas	28 milhões
	Corretivos	9,3 milhões
	Fertilizantes Líquidos	4 milhões
	Irrigação	20 milhões
Produção Agrícola E Agroindustrial	Produção Agrícola	900 milhões
	Fruta Fresca/Mercado Interno	665 milhões
	Fruta Fresca/Exportação	21 milhões
	Suco Concentrado	1.330 milhões
	Suco Pasteurizado	42 milhões
	Suco Pronto Fresco	84 milhões
	Óleos Essenciais	15,6 milhões
	Pellets	60,5 milhões
Eixo de Suporte	Transporte	162,5 milhões
	Mão-de-obra	106 milhões
	Embalagens	54 milhões
	Combustíveis	48,6 milhões
	Empresas Extratoras	30 milhões
	Concessionárias de Rodovias	17 milhões
	Serviços Portuários	20 milhões
TOTAL		3967,5 milhão

Fonte: Revista do Fundecitrus, nº 98, 2000

Também devido às altas taxas impostas ao suco brasileiro, algumas empresas estão se voltando para outras alternativas. Segundo Gonçalves & Cardoso (1999), para tentar reduzir a dependência em relação ao mercado externo algumas empresas processadoras estão iniciando parcerias com empresas alimentícias que possuem visibilidade no mercado interno para ampliar o mercado brasileiro de suco.

Outra alternativa é a comercialização dos subprodutos da laranja, como por exemplo, a utilização dos *pellets*. Estas informações são úteis, pois nos mostram que o setor citrícola apresenta entre a indústria a montante, a produção agrícola/agroindustrial e a indústria a jusante uma forte conexão, que foi relatada no trabalho de Bonacelli *et alii* (2000), no Fluxograma 1 abaixo, como a Cadeia Produtiva Citrícola.

Fluxograma 1 – Cadeia Produtiva Citrícola



Fonte: Bonacelli et alii, 2000

Esta reconstrução da formação e atual situação da citricultura paulista, bem como de seus problemas fitossanitários nos mostra a complexidade que envolve este setor e a sua relevância econômica para o Brasil.

As informações apresentadas neste primeiro capítulo nos fornecem três elementos que contribuíram para que a FAPESP escolhesse a citricultura paulista

como principal parceira no desenvolvimento da biotecnologia brasileira. Os três elementos aos quais estamos nos referindo são: a) relevância econômica do setor citrícola paulista; b) presença de uma infra-estrutura de pesquisa que está acostuma em trabalhar de maneira cooperativa e buscar soluções que possam ser empregadas em atividades econômicas e; c) presença de um fitopatógeno - *Xylella fastidiosa* - que apesar de se constituir num ameaça séria para a citricultura é considerado pelos biotecnólogos um organismo relativamente simples de ser seqüenciado.

Capítulo 2 – As Redes de Pesquisa: Uma Importante Estratégia

Vimos no capítulo anterior que a citricultura paulista teve desde de seu início uma característica que propiciou a manutenção de sua posição de destaque no mercado mundial. Podemos chamar esta característica de "ambiente cooperativo favorável", ou seja, os setores produtivos e de pesquisas sempre tiveram uma integração eficiente. E completando esse "ambiente cooperativo favorável" aparece a figura do Governo de São Paulo que sempre se manteve disposto a colaborar de maneira direta ou indireta com o setor.

A criação desse tipo de arranjo institucional voltado à organização da pesquisa e da inovação é um recurso crescentemente empregado no empreendimento e execução da atividade inovativa, pois reconhece que o atual processo de geração de conhecimento e aprendizado se caracteriza por uma ampla gama de atores e organizações que possuem competências diversificadas e que necessitam de condições mínimas para funcionar.

Portanto, o objetivo deste capítulo é apresentar conceitos vinculados a Economia Evolucionista – enfatizando o papel da inovação tecnológica como um processo que permite a reprodução do capitalismo ao longo do tempo – e a Nova Economia Institucional – enfatizando a influência das instituições nas condições gerais de eficiência e competitividade do sistema econômico. Abordaremos também as tipologias desenvolvidas por Callon e que colaboram para entender as estruturas e a operacionalização de redes de pesquisas voltadas à inovação e as características gerais do mercado de biotecnologia.

2.1 – Arranjos Institucionais Tipo Rede: Um Breve Histórico

Os arranjos institucionais organizados em rede possuem como objetivo principal a geração/inovação de produtos e processos. Segundo DeBresson & Amesse (1991) e Freeman (1991), a conformação para tais arranjos pode se dar com vias a disponibilizar ao mercado uma tecnologia por este sinalizada (*demand pull*) ou ainda visando a transformação de sua estrutura, por meio de uma tecnologia não previamente demandada (*technology push*). Este tipo de organização da pesquisa se mostra viável quando a inovação está ligada à interdisciplinaridade, partilha e complementaridade do conhecimento.

A maneira de se organizar as pesquisas em rede não é uma novidade na área econômica e na área acadêmica. Segundo Nohria (1992), a sociologia, a psicologia e a biologia já empregavam a noção de redes em muitos trabalhos. A cooperação envolvendo pesquisa e indústria por exemplo, foi conformada pelo governo norte-americano na 2.ª Grande Guerra Mundial, com o objetivo de fortalecer a relação entre os agentes responsáveis pela produção de armamentos (Freeman, 1991).

Segundo Nohria (1992), há outras duas razões pelas quais a temática das redes vem ganhando destaque nas últimas décadas, são elas: a) o surgimento de regiões como o Silicon Valley, na Califórnia, e Prado na Itália que se caracterizam como distritos industriais constituídos de pequenas empresas inseridas em setores de ponta, como a biotecnologia; b) surgimento de novas

tecnologias da informação que alargaram a instituição de alianças entre agentes que se localizam em diversos pontos do globo terrestre, superando assim, a distância entre pesquisadores, instituições e governos.

A difusão deste conceito fez com que se reconhecessem nele novos atributos e aplicações, que reforçaram sua condição enquanto modalidade de organização da pesquisa, por meio de aspectos de ordem qualitativa e quantitativa. Em relação ao aspecto quantitativo, é enfatizado o vigoroso crescimento na adoção de tais alianças, notadamente em novos campos do conhecimento. Quanto aos aspectos qualitativos, destaca-se uma mudança na percepção dos agentes econômicos que passaram a reconhecer a importância do aprendizado compartilhado, ou seja, passaram a reconhecer a importância das competências existentes em si e em seus parceiros (Freeman, 1991).

Juntamente às mudanças quantitativas e qualitativas apontadas acima, Guedes (1998) e Mello (2000), acrescentam a este tipo de arranjo institucional mais duas características: a) o conceito de redes pode ser utilizado como um instrumental em análises de mudança tecnológica; b) no mapeamento e exposição das relações que se estabelecem entre os agentes envolvidos no processo.

Uma vez apresentada esta concepção de arranjo institucional e suas aplicações, seja na organização de atividades de pesquisa, seja como elemento de análise e caracterização da dinâmica tecnológica, deve-se avançar em direção aos fundamentos que lhe conferem sustentação teórica.

2.2 – Contribuições da Economia Evolucionista e Neoschumpeteriana

Os pressupostos básicos da economia evolucionista e da economia neoschumpeteriana são bastante semelhantes (Possas, 1986). Por isso, englobaremos nos interior da expressão Economia Evolucionista as duas perspectivas.

A linha de raciocínio desenvolvida por Schumpeter – em trabalhos como *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, publicado em 1912 e *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, publicado em 1942 – dá base à análise da relação existente entre forças econômicas e progresso técnico (Costa, 1997). Os estudos realizados pela economia evolucionista nas décadas de 1970 e 1980 enfatizando os argumentos de Schumpeter de que a economia é cíclica e o processo de inovação tecnológica é fundamental colocaram esta perspectiva como uma das alternativas ao pensamento econômico ortodoxo.

A dinâmica seria a condição natural do capitalismo porque desta dependeria sua própria sobrevivência. Schumpeter utiliza o conceito de *destruição criadora* para explicar que o capitalismo é o *lócus* onde os agentes econômicos buscam a valorização de seus investimentos por meio do enfrentamento de seus capitais via inovação de processos e produtos.

Costa (1997) chama a atenção para o fato de que entre as duas obras de Schumpeter, o agente responsável pela inovação muda. Em *Teoria do Desenvolvimento Econômico,* o agente inovador é um empresário que adota algumas medidas que altera a organização existente entre os fatores de produção

promovendo uma nova organização e a inclusão de novos fatores. Isso provoca um desequilíbrio no mercado, o agente inovador passa a obter sobrelucro e os demais agentes procuram viabilizar a internalização das inovações para que o mercado encontre um novo ponto de equilíbrio. Já em *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, o agente inovador passa a ser a grande empresa, pois teria melhores condições para gerar inovações.

Segundo Valle (2002), esta perspectiva apresenta a idéia de que os agentes econômicos (produtores) vivem em busca por desequilíbrios no mercado e que a concorrência passa a incorporar uma nova variedade de elementos, como por exemplo, qualidade, diferenciação de produtos e novas tecnologias.

Em razão dessa dinâmica, a economia evolucionista apurou a forma de analisar a heterogeneidade das concorrências entre distintos setores e firmas. Observa-se, na atualidade, que as que têm obtido maior destaque no mercado são justamente as que demonstram capacidade de empreender atividades inovativas com maior dinamismo, o que por sua vez está associado não apenas nas práticas de pesquisa, mas também na flexibilidade, capacidade de gestão, coordenação e formação de competências (Salles-Filho *et alii*, 2000).

Os desdobramentos subseqüentes da economia evolucionista destacam que a inovação tecnológica está fortemente relacionada à noção de rotinas. Segundo Nelson & Winter (1982), as rotinas são todos os padrões regulares do comportamento das firmas, como por exemplo, procedimentos de produção, demissão e políticas de investimento em P&D. Essas rotinas podem ser agrupadas da seguinte maneira: rotinas de operação, de investimento e de

transformação. Assim sendo, a noção de rotina está intimamente relacionada à dinâmica da firma ou organização e, portanto, ao processo inovativo.

O processo inovativo na abordagem evolucionista é entendido como uma atividade de busca, e não de uma escolha entre opções previamente existentes. A organização, dotada de rotinas e conhecimentos acumulados, opta por uma dada trajetória, buscando posições mais satisfatórias no mercado, mas não é possível determinar *ex ante* se seu esforço resultará uma invenção, e mesmo se esta será sancionada pelo ambiente de seleção, isto é, se a invenção se converterá em uma inovação. Deste modo, se conclui que a atividade inovativa é, essencialmente, caracterizada pela incerteza, decorrente não apenas dos atributos tecnológicos que lhe são necessários, mas também porque o comportamento do ambiente de seleção não pode ser completamente deduzido (Dosi, 1988 e Freeman, 1988).

Segundo Teece & Pisano (1998) e Fonseca (2001), as rotinas incorporam as habilidades dos indivíduos que compõem uma organização, ou seja, as habilidades devem ser consideradas como ativos intangíveis e os conhecimentos tácitos acumulados não podem ser transmitidos via linguagem formal e codificada. Dessa maneira, a firma/setor é considerado um local de armazenamento de conhecimentos que estão diretamente ligados com a competitividade e devem constantemente ser aprimorados para melhor reagir as mudanças econômicas.

Fonseca (2001) argumenta que reconhecida a importância das competências/conhecimentos na atividade inovativa, é importante destacar a maneira como são criados e desenvolvidos, ou seja, analisar como se dá o

aprendizado que se traduzirá na conformação de um conjunto de conhecimentos e competências, que por sua vez serão empregados no esforço inovativo. Para Fonseca (2001), a criação e desenvolvimento do conhecimento está ligado a um processo de aprendizado que possui como base a interdisciplinaridade e a interatividade entre os agentes envolvidos.

A economia evolucionista, segundo Lundvall (1988), acrescenta alguns aspectos que estão intimamente ligados a conformação de arranjos institucionais tipo rede, ou seja, a economia evolucionista além de considerar os aspectos comerciais leva em consideração os aspectos informacionais e a relação construída entre os agentes envolvidos na busca de inovações tecnológicas.

2.3 – Contribuições da Nova Economia Institucional (NEI)

A Nova Economia Institucional (NEI), segundo Williamson (1998), procurou desde de seu início – em 1937 Coase publica o texto *The Nature of the Firm* e tenta definir a noção de custos de transação – construir uma agenda de pesquisa preocupada com a elaboração de modelos para uma análise mais apurada da realidade. Estes modelos ainda se encontram em construção e demandam grandes esforços para uma completa operacionalização (Zylberstajn, 1995 e 2001).

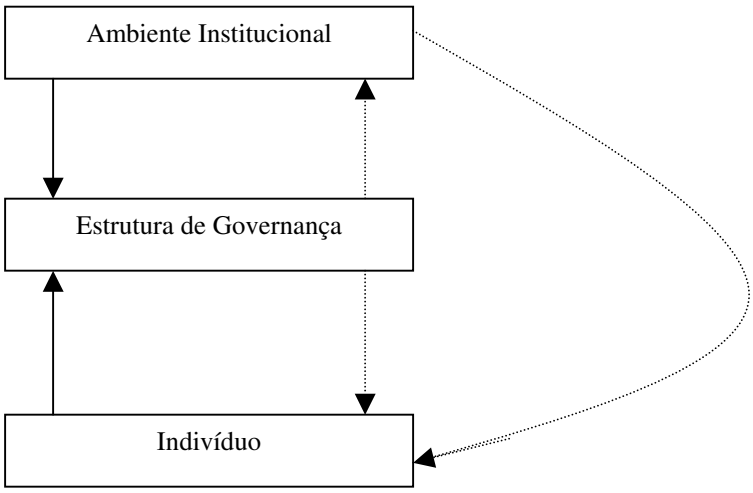
Outra importante característica da NEI é que ela se coloca como uma alternativa teórica à economia ortodoxa que negligenciava a importância das

instituições ao apresentá-las apenas como instrumentos de correção de distorções que poderiam surgir no mercado.

A crítica à negligência do papel das instituições e a indicação da existência de custos de transação no interior do sistema econômico se alinharam à rejeição das premissas de racionalidade ilimitada e de informação completa e acessível. Segundo Siffert Filho (1996), a NEI assume que os agentes se esforçam em pautar suas ações em parâmetros estritamente racionais (voltadas à maximização dos lucros), mas só o conseguem parcialmente, admitindo-se a condição limitada da racionalidade humana. Junto a isso se destaca uma capacidade restrita de processamento das informações. Além da capacidade restrita no processamento das informações, estas também apresentam condição assimétrica, isto é, nem todos os agentes econômicos possuem acesso as informações.

Com o aprofundamento dos estudos realizados por Williamson (1996), ampliou-se o detalhamento das instituições e surgiram as noções de microinstituições – arranjos institucionais (estruturas de governanças) voltados à coordenação das transações entre os agentes econômicos, visando a redução de custos de transação – e macroinstituições – normas, regimes e organizações que constituem os arcabouços institucionais responsáveis pela regulação do sistema econômico. Ou seja, a relação entre macro e microinstituições mais os aspectos comportamentais dos indivíduos seriam responsáveis pela organização do sistema econômico, como podemos verificar na figura 2 abaixo:

Figura 2 – Níveis Analítico-Institucional de Organização do Sistema Econômico



Fonte: Williamson (1996)

Com base na Figura 2, podemos concluir que o ambiente institucional é o principal elemento do sistema econômico. As estruturas de governança se desenvolvem a partir de aspectos derivados do ambiente institucional e também das ações dos indivíduos. Contudo, considera-se um efeito secundário, empreendido pelas estruturas de governança sobre o comportamento dos indivíduos e sobre as próprias determinações do ambiente institucional, ou seja, ocorre uma interatividade na dinâmica do sistema econômico, em que cada instância influencia ao mesmo tempo em que é influenciada pelas demais.

Os estudos da NEI também se preocuparam em definir o termo instituição o que gerou uma ampla gama de definições. De modo genérico, Dosi & Orsenigo (1988) definem tal conceito sob duas perspectivas: as instituições podem compreender um conjunto de organizações formais – como por exemplo, empresas, agências governamentais, universidades, institutos de pesquisas e etc – ou, em uma definição mais ampla, recorrendo-se à sociologia, como o conjunto

de normas/regras elaboradas ao longo do tempo pelos indivíduos. Nesse caso, as instituições podem apresentar natureza informal – tabus, costumes e tradições ou formal – como por exemplo, leis e constituições –e corresponderiam, portanto, aos princípios que constituem o ambiente econômico e o conjunto da sociedade. Esta definição de instituições permite um leque variado de estudos para o aprofundamento de seu papel na organização e efetividade do ambiente econômico (North, 1991 e North & Wallis, 1994).

A NEI ao colocar o ambiente institucional como um aspecto importante na organização do sistema econômico retira do mercado o privilégio de ser a estrutura de governança mais adequada para reduzir custos de transação, ou seja, além do mercado existiriam outras estruturas de governanças – hierarquia e formas híbridas – que se adequariam melhor a cada situação (Williamson, 1999).

Os arranjos tipo redes de pesquisa estariam inseridos nas formas híbridas, pois ocupam uma posição intermediária entre o mercado e a hierarquia (Ponde, 2001) e além de reduzir os custos de transação, englobam agentes que partilham conhecimentos tácitos e constroem relações de confiança que colaboram para a redução das incertezas.

2.4 – As Tipologias de Callon

Um aspecto significativo para esta dissertação é compreender a forma de organização e estruturação que permitem às redes de pesquisa funcionarem com eficiência. Por isso, passaremos a apresentar as contribuições realizadas por Callon, já que as tipologias que desenvolveu são fundamentais para abordarmos a temática das redes.

De acordo com Callon (1992), a rede de pesquisa é um instrumento que permite analisar simultaneamente três elementos fundamentais: os agentes envolvidos, os processos ligados à criação de inovações e os processos de difusão das inovações.

Para Callon *et alii* (1991, 1995), as redes de pesquisa possuem o pólo ciência, o pólo técnico e o pólo mercado. O pólo ciência é formado, principalmente, por cientistas e pesquisadores de universidades ou centros de pesquisas públicos ou privados. São os responsáveis pela produção de conhecimento codificado, ou seja, artigos, *papers* e relatórios de pesquisa. O pólo técnico é geralmente composto em sua maioria por tecnólogos e engenheiros e são responsáveis pela elaboração de protótipos, métodos de trabalho e patentes que possuem utilização específica. E o pólo mercado é constituído pelos usuários das inovações produzidas pela rede e eventualmente financiadores de pesquisas. Estes usuários são os responsáveis pela circulação do dinheiro.

Dinheiro, artigos e relatórios científicos, patentes e protótipos são os chamados *intermediários*. Os intermediários permitem analisar e correlacionar os elementos humanos (comportamentos, costumes, etc.) e não-humanos (peças, objetos) utilizados no processo de pesquisa e inovação. Dessa forma, um agente/ator de uma determinada rede de pesquisa é o elemento ativo, pois é o responsável por criar, transformar e colocar em circulação um número variável de intermediários.

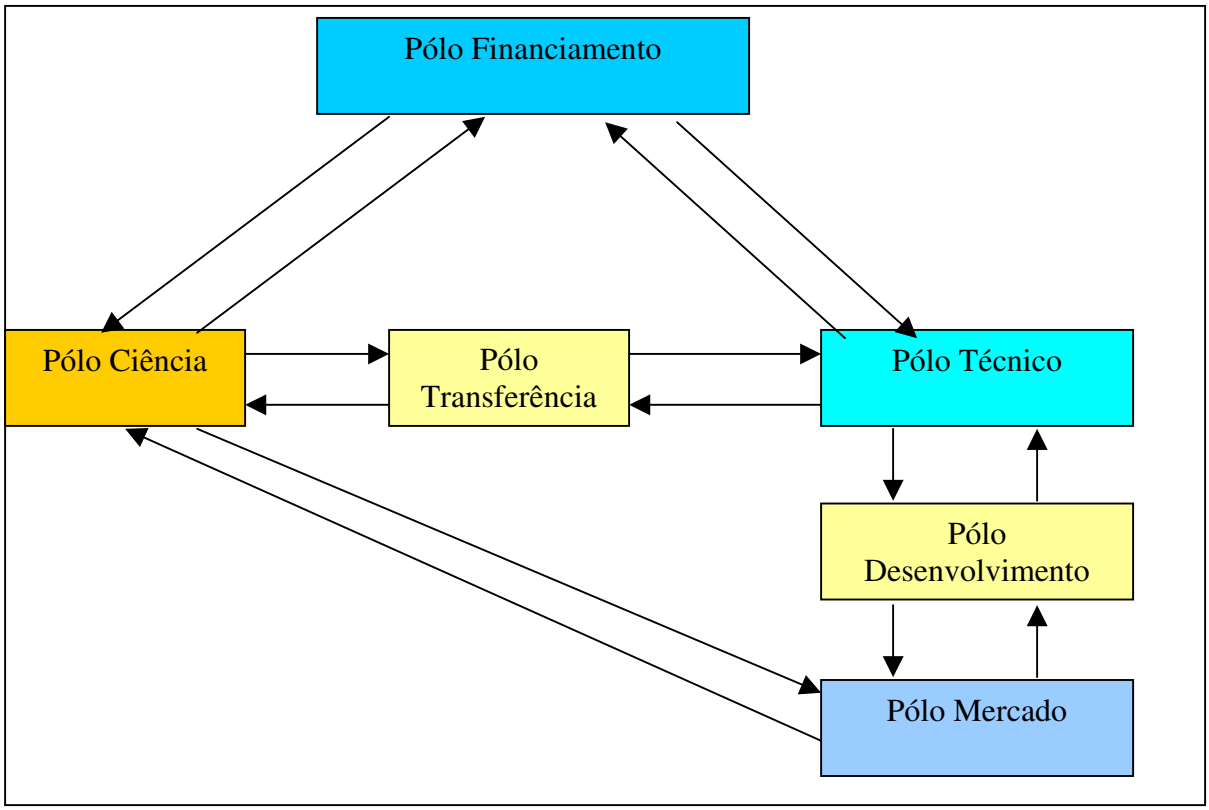
Segundo Callon *et alii* (1991), esta caracterização dos pólos não é algo fixo e imutável. Muitas redes de pesquisa apresentam pólos sobrepostos, ou seja, é possível encontrar pesquisadores em empresas e engenheiros em centros de pesquisa. Dessa maneira, o conceito de redes de pesquisa permite a superação da clássica separação e compartimentação da pesquisa básica, aplicada e o desenvolvimento tecnológico.

Complementando essa tipologia, autores como Mowery & Rosenberg (1989) e Ferreira (2001), sugerem o pólo financiamento. Este pólo é formado, principalmente, por agências públicas e privadas que atuam no financiamento da rede e na orientação e otimização das pesquisas por ela executadas e no suprimento das necessidades do pólo técnico. Ou seja, além de dinheiro, o pólo financiamento coloca em circulação os seguintes intermediários: planejamento e gestão da pesquisa.

Callon (1992) alerta ainda para a necessidade de se construir pólos de intermediação devido a heterogeneidade dos agentes envolvidos na rede, ou seja, é necessário a criação de pólos capazes de tornar acessíveis aos demais

participantes da rede as informações ou os produtos gerados no seu interior. Nesse sentido, Callon (1992) apresenta em seu trabalho a necessidade de dois pólos intermediários para ampliar a eficiência da organização em redes. Um dos pólos recebe o nome de pólo transferência – responsável por intermediar as relações dos pólos ciência e técnico – o outro é chamado de pólo desenvolvimento – responsável pela intermediação das relações entre os pólos técnico e mercado. Com base na tipologia apresentada acima elaboramos o Fluxograma 2 que representa uma possível conformação estrutural de uma rede de pesquisa com seus pólos e possíveis vínculos.

Fluxograma 2 – Estrutura possível de uma Organização em Redes



Fonte: Baseado em Callon *et alii,* 1991

Os trabalhos de Callon *et alii* (1991) e Callon (1995), mostram que cada rede de pesquisa possui particularidades na maneira de se estruturar e no seu funcionamento, o que confere grande flexibilidade – em termos de conformações possíveis e em termos de fácil alocação de recursos físicos e humanos em diferentes projetos.

As organizações em rede podem possuir as seguintes conformações: a)convergente ou dispersa – uma rede de pesquisa é convergente quando ocorre uma forte integração entre os pólos e os intermediários produzidos circulam sem barreiras no interior da organização, propiciando assim, uma comunicação eficiente entre os agentes ativos. Quando isso não ocorre, a organização é considerada dispersa; b)curtas ou longas – uma rede é considerada curta quando necessita ações corretivas no sentido de preencher determinadas lacunas existentes entre o pólo ciência e o pólo mercado, ou seja, os processos de inovação e difusão estão desconexos. A rede seria longa se as atividades realizadas nos pólos pudessem ser identificadas desde a elaboração do projeto até ao consumidor; c)incompletas ou encadeadas – uma organização em rede é considerada encadeada quando as funções responsáveis pelo financiamento, produção de conhecimento, transformação do conhecimento em inovação e difusão das inovações estão presentes de maneira eficiente. O subdesenvolvimento ou a ausência de uma dessas funções torna a rede incompleta.

Não são só as lacunas existentes na estrutura de uma rede que interferem em sua eficiência. Segundo Valle (2002), os agentes (instituições ou indivíduos) podem desestruturar uma organização em rede devido aos seguintes motivos:

> "níveis diferenciados de poder no âmbito da rede, como o acesso privilegiado a informações consideradas importantes, isto é, devido à assimetria informacional. No entanto, é preciso salientar que distorções em seu interior não decorrem necessariamente de um comportamento oportunista por parte dos atores. A diversidade cognitiva também pode afetar negativamente o funcionamento harmonioso da rede. Disto pode resultar discordância quanto à repartição dos ganhos (*payoffs)* advindos da inovação. Outro aspecto negativo a ser considerado é a possibilidade de um agente buscar internalizar as competências de outros parceiros e desta forma sobrepujá-los no ambiente econômico." (Valle, 2002; p.51)

A organização em redes possui, portanto, agentes que estão inseridos em um ambiente econômico caracterizado pela busca da valorização de seus respectivos capitais. Este ambiente marcado por uma competição acirrada pode restringir ou até mesmo impossibilitar a inserção de setores econômicos dos países em desenvolvimento na economia mundial.

O trabalho de Valle (2002) apresenta alguns elementos que tornam as organizações em redes uma forma interessante para os países em desenvolvimento se inserirem em melhores condições na economia mundial, pois

a fim de obterem condições mais propícias à valorização de seus capitais, tais agentes podem, muitas vezes, conformar modificações nas instituições existentes – inovações institucionais – dando origem a novas instituições/arranjos institucionais voltados a este fim.

Segundo Valle (2002), as redes de pesquisas além de corresponderem a uma inovação institucional/estrutura de governança que se associa a uma tentativa de reduzir custos de transações pode levar à : a) redução de incerteza existente no ambiente inovativo, não decorrente apenas do desconhecimento das condutas dos agentes econômicos, mas também dos atributos tecnológicos e do ambiente de seleção; b) complementaridade de ativos, notadamente os intangíveis, como o conhecimento, em virtude da crescente vinculação entre ciência e tecnologia, bem como da necessidade de articulação entre diferentes campos cognitivos; c)economia de escalas em P&D, de modo a se evitar duplicidade de esforços de pesquisa, e a divisão de custos e riscos; d) economias de escopo, que são definidos como externalidades positivas que podem advir da articulação de distintas competências, admitindo-se que o todo constituído pelo arranjo final tende a ser superior à somatória das partes, dado os efeitos sinérgicos; e) maior competitividade, uma vez que os arranjos cooperativos tendem a apresentar maior dinamismo na geração e difusão de inovações, ampliando as possibilidades de ganho econômico ou não-econômico dos parceiros envolvidos; e f) partilha de conhecimentos em um arranjo dinâmico, que não só pode elevar as competências de cada agente (dadas as sinergias), mas

também lhes permite o contato com novas competências, que podem ser posteriormente desenvolvidas.

Os aspectos acima elencados apontam para um conjunto de elementos que podem motivar os agentes a empreenderem os arranjos institucionais tipo rede de pesquisa. Destaca-se que tais arranjos podem apresentar grande viabilidade, em virtude da possibilidade de elevação da competitividade da organização, seja pela oferta de inovações, seja pela economia de custos de transação. Deste modo, apresentaremos a seguir algumas características gerais da biotecnologia e como as redes de pesquisas podem ser inseridas nesse ambiente.

2.5 – Características Gerais da Biotecnologia

As obras de ficção são pródigas em levar a imaginação humana a questionar a maneira como os homens se relacionam e a relação do homem com o meio ambiente, como por exemplo, *Admirável Mundo Novo* de Aldous Huxley. Juntamente com as obras que enfocam as catástrofes nucleares, a última década do século XX presenciou uma produção massiva de filmes e séries abordando a utilização das biotecnologias na geração de armas de alto poder destrutivo. Diríamos que no cinema o homem brinca de potencializar aquilo que já existe e de tornar real o que parece impossível para o atual padrão de desenvolvimento tecnológico.

As obras de ficção geralmente nos apresentam um futuro pouco animador – o que pode ser interpretado como uma leitura dos possíveis resultados do desenvolvimento que a humanidade pratica hoje – contudo, procuraremos apresentar algumas características da

biotecnologia que não sejam ficção científica e que podem contribuir para o desenvolvimento de um país.

As informações contidas em toda forma de vida biológica e que podem ser empregadas na geração de biotecnologias – conceito que engloba "qualquer técnica que utilize organismos vivos (ou partes de organismos), com algum dos seguintes objetivos: produção ou modificação de produtos; aperfeiçoamento de plantas ou animais e descoberta de microrganismos para usos específicos" (RAMALHO, 1990) – se tornaram objetos de disputas e conflitos políticos e econômicos internacionais, pois são encarados como uma maneira de se ampliar a competitividade de um determinado setor/empresa/país.

Essas ampliações das assimetrias econômicas e técnico-científicas estão sendo promovidas pelo que podemos chamar de "privatização da vida", isso se dá por meio da aquisição de direitos de propriedade intelectual sobre as informações contidas nos genes dos organismos vivos. Ou seja, as patentes sobre cultivares, sobre seqüências de DNA e microrganismos são cada vez mais estratégicos no fluxo internacional de informações e conhecimentos.

A aquisição de patentes sobre organismos vivos não é algo novo –Louis Pasteur em 1871, conseguiu este direito sobre uma levedura livre de agentes patogênicos (CRUZ, 1996) – e não menos controverso, pois além de quesitos técnicos existem os quesitos morais que servem de parâmetro ao comportamento dos indivíduos perante a sociedade.

O desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos já vem se desenvolvendo a muito tempo, especialmente quando aplicada à agricultura. No mundo todo se produz plantas mais resistentes, produtivas e saudáveis. A primeira geração de plantas geneticamente

modificadas – poucas espécies e poucos produtos recombinantes – já ocupa mais de 44 milhões de hectares no mundo e beneficia países como Estados Unidos, Canadá e Argentina (Neto, 2001; Silveira *et alii*, 2002).

Atualmente já podemos falar de plantas geneticamente modificadas de segunda geração – modificadas para se obter mais vitaminas e nutrientes, inclusive já se pesquisa e até se comercializa em alguns países o arroz, a canola e a mostarda dourados, ou seja, com alto teor de betacaroteno que ajuda a combater a cegueira – e terceira geração – que serão desenvolvidas com o objetivo de atuar como vacinas, como por exemplo, a hepatite B (Neto, 2001).

Uma pesquisa realizada pelo *International Food Information Council* (IFIC)[3] para verificar as atitudes dos consumidores norte-americanos em relação à biotecnologia alimentar, concluiu que 61% dos americanos acreditam que a biotecnologia trará benefícios diretos para suas famílias em 5 anos e 54% consumiriam os alimentos geneticamente modificados (Revista Pesquisa Fapesp de janeiro de 2003, n.º 83).

Enquanto isso o debate acalorado que ocorre no Brasil sobre a liberação ou não da soja transgênica (*Roundup Ready*) pode levar o país a desacelerar as pesquisas em outros produtos, como por exemplo, o feijão que vem sendo desenvolvido pela Embrapa a mais de três anos. O detalhe deste caso é que apesar de possuir a autorização da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) para dar continuidade as pesquisas, não conseguem em outros ministérios os documentos necessários – Registro Temporário (Ret) ou Licença de Operação para Área de Pesquisa (Loape) – para realizarem as pesquisas de campo.

[3] A pesquisa foi realizada em agosto de de 2002 e ouviu 1001 consumidores (Revista Pesquisa Fapesp, janeiro de 2003, n.º 83)

Essa falta de definição política e jurídica – a regulamentação de OGMs no Brasil tem três leis (Lei de Biossegurança n.º 8974/95, Lei Ambiental n.º 6938/81 e a Lei n.º 10165/00), dois decretos (Decreto Rotulagem n.º 4074/03 e Decreto n.º 1752/95), duas medidas provisórias (MP n.º 2191/01 e MP n.º 113/03) e uma proposta de lei (PL C. Moura n.º 2905/97) - clara das normas pode estagnar a biotecnologia brasileira e provocar um aumento na nossa defasagem tecnológica (Lopes, 2003; Revista Pesquisa Fapesp de novembro de 2003, n.º 93).

Uma outra característica importante da biotecnologia vegetal, segundo Silveira *et alii* (2002), está relacionada a concentração do mercado devido as inovações biotecnológicas que levaram a um processo de reorganização marcado por fusões e aquisições. Atualmente, quatro empresas concentram 57% do investimento global em biotecnologia (Lopes, 2003). Além das aquisições e fusões, esse setor é marcado pelos acordos de cooperação tipo rede, principalmente entre as grandes empresas e as firmas especializadas em biotecnologia durante a fase de prospecção biotecnológica, ou seja, as grandes empresas buscaram reduzir os riscos do processo de busca por inovações (Silveira *et all, 2002).*

O complexo ambiente – diversidade de leis, divergências sobre questões técnicas e morais, dinâmica inovativa acelerada, etc – na área da biotecnologia abre a possibilidade para a utilização dos arranjos em rede como instrumento análise dos agentes envolvidos no processo. A seguir abordaremos a Rede de Pesquisa ONSA, como ela foi constituída, seus participantes e seus resultados.

Capítulo 3 – A Contribuição da Citricultura Paulista na Formação da Rede ONSA

Apresentaremos neste capítulo o objetivo da FAPESP em constituir a Rede ONSA estava ligado a geração de conhecimento novo, complexo e multidisciplinar na área de biologia molecular, um dos pilares da moderna biotecnologia. Para realizar tal feito a FAPESP optou por um setor econômico importante para o Brasil, ou seja, a citricultura que vinha sofrendo com a expansão da clorose variegada dos citros (CVC).

A partir da constituição da Rede ONSA procuraremos apresentar e analisar como os agentes envolvidos no processo se relacionaram no interior do arranjo institucional, quais foram as principais conquistas e os principais problemas da Rede, ou seja, quais as inovações biotecnológicas que a rede produziu e se o esforço da FAPESP resultou em benefícios para o complexo ambiente inovativo da biotecnologia.

3.1- O Objetivo Principal da Rede ONSA

O primeiro capítulo desta dissertação nos mostrou que a citricultura paulista apresentou três importantes razões – relevância econômica do setor, presença de uma infra-estrutura de pesquisa e um fitopatógeno relativamente simples de ser seqüenciado – para ser escolhida pela FAPESP como parceira no desenvolvimento da área de biotecnologia brasileira.

A última razão é a bactéria causadora da Clorose Variegada dos Citros (CVC), ela obstrui o sistema de vasos responsáveis pela distribuição de água e nutrientes, sendo que os sintomas são inicialmente observados nas folhas, afetando posteriormente os frutos, tornando-os inviáveis seja para o consumo da fruta fresca seja para a produção de sucos e outros derivados.

A CVC provocou uma grande preocupação no setor citrícola paulista, pois a doença em 1997 já afetava 32,28% das plantas existentes (22,89% das plantas apresentavam sintomas restritos às folhas e 9,39% apresentavam sintomas foliares e frutos pequenos).

Essa preocupação abriu a possibilidade de se utilizar o problema que afetava um importante setor econômico para capacitar e aparelhar os laboratórios de pesquisas paulistas na área de Biologia Molecular. Isto fica bem claro no Edital elaborado pela FAPESP e publicado em seu *sit*e em 1996 :

*"Criar uma rede de laboratórios no Estado de São Paulo para seqüenciar o genoma completo da bactéria Xylella fastidiosa. Como resultado destes esforços, pretende-se conseguir o aumento significativo do número de laboratórios no Estado capazes de utilizar modernas técnicas de biologia molecular. O Projeto Genoma Xylella pretende instaurar treinamento para estudantes de graduação em biologia molecular necessários para o desenvolvimento, no Brasil, de uma cultura de genômica. Isto representa a oportunidade para grupos de pesquisas que não est*ão *familiarizados com biologia molecular básica conseguir qualificação e treinamento nestas técnicas para a futura incorporação em seus próprios programas de pesquisa."*

Em 1997 a FAPESP cria, portanto, a Rede ONSA (*Organization for Nucleotide Sequence and Analysis*) – uma homenagem ao felino brasileiro ameaçado de extinção e concorrente direto do poderoso centro de pesquisas norte americano Tigr (*The Institute for the Genomic Research*) – e a citricultura paulista passa a ser utilizada como um "laboratório" para o desenvolvimento da biotecnologia vegetal em termos de capacitação de recursos humanos, aquisição de novos equipamentos para o seqüenciamento em larga escala no Brasil e isto fica claro nas palavras do Prof. Dr. Paulo Arruda:

"O objetivo do projeto não era combater o amarelinho, foi até usado politicamente para dar destaque devido a ciência. O objetivo fundamental do projeto é formação de recursos humanos. Quem deve fazer o produto e desenvolvimento tecnológico é a empresa. Eu e mais quatro professores, dois

da UNICAMP, um da USP e um da UNESP, fundamos a Allelix em parceria com Votorantim. A Allelix é a empresa que tem como objetivo criar a cura para o amarelinho."[4]

A criação da Allelix – *spillover* da Rede ONSA – em 2002 e financiada pela Votorantim Ventures – fundo de capital de risco – procura se basear no modelo norte-americano de parceria na área da biotecnologia (Silveira *et alii,* 2002). Além de buscar soluções para os problemas fitossanitários da citricultura, a Allelix está envolvida no genoma cana, genoma eucalipto e desenvolverá pesquisas com soja e uva (Revista Pesquisa Fapesp de dezembro de 2002, n.º 82). Desse modo, a busca e o desenvolvimento de novos produtos biotecnológicos, como por exemplo, nos setores agropecuário e farmacêutico - ficaria sob a responsabilidade de empresas que estão sendo criadas para trabalhar com os dados obtidos pela Rede ONSA e para absorver a mão-de-obra treinada durante o seqüenciamento da *Xylella*.

Com base no banco de dados do *Institute for Scientific Information (ISI)* que elabora o *Science Citation Index (SCI)* – um dos indicadores mais consultados pela comunidade científica internacional – a constituição da Rede ONSA colaborou no aumento da participação brasileira via publicação de artigos em revistas internacionais, como podemos verificar no Quadro 10 a seguir:

[4] Informação obtida em entrevista ao Prof. Doutor Paulo Arruda, biólogo/geneticista , 10 de outubro de 2002.

Quadro 10 – Brasil: número de artigos publicados em periódicos científicos internacionais

ANO	BRASIL	AMÉRICA LATINA	MUNDO	% DO BRASIL EM RELAÇÃO À AMÉRICA LATINA	% DO BRASIL EM RELAÇÃO AO MUNDO
1995	5.508	14.499	665.590	37,99	0,83
1996	6.057	15.953	674.195	37,97	0,90
1997	6.749	17.666	677.787	38,20	1,00
1998	7.915	19.323	702.521	40,96	1,13
1999	8.948	21.516	716.477	41,59	1,25
2000	9.511	22.589	714.171	42,10	1,33
2001	10.555	-	734.248	-	1,44

Fonte: ISI, NSI; Elaboração: MCT

A entrevista realizada com Marco Takita ajuda a enfatizar que a FAPESP havia encontrado, portanto, uma temática de pesquisa que iria contribuir para consolidar a imagem nacional e internacional da instituição como financiadora de projetos diretamente ligados à sociedade:

> *"No começo do ano passado eu voltei aos Estados Unidos e recebi um tratamento diferenciado. Eles passaram a respeitar o pesquisador brasileiro, pois somos provenientes de um país que está efetivamente trabalhando e mostrando condições de realizar tal trabalho. Além da Xylella, o genoma cana também está*

causando impacto lá fora e algumas coisas já foram apresentadas em papers e em congressos"[5]

A FAPESP soube aproveitar uma oportunidade para ativar uma Política de Ciência e Tecnologia que estabeleceu investimentos, prioridades e a conexão entre diferentes instituições – econômicas e não-econômicas – incentivando criando mecanismos e instrumentos para o desenvolvimento da biotecnologia brasileira.

A ousadia proposta pela FAPESP foi incorporada pelo Ministério da Ciência & Tecnologia e tem como objetivo garantir um maior controle sobre o potencial biotecnológico do país. Para tanto, o Ministério investiu mais de R$ 25 milhões em em setes redes pré-existentes de projetos que trabalhavam com genética molecular e que já contavam com financiamentos dos governos dos estados brasileiros.[6]

Essa integração de diferentes redes possibilitou a criação de um banco de dados que permitirá um maior controle das informações gênicas e maior rapidez nas análises dos dados, propiciando aos pesquisadores brasileiros uma economia de tempo e ampliação de inovações biotecnológicas.

[5] Informações obtidas em entrevista ao Pesquisador Dr. Marco Takita no dia 18 de dezembro de 2002.
[6] Jornal da Unicamp, outubro de 2001.

3.2 – Os Participantes da Rede ONSA

Esclarecido o principal objetivo do Projeto Genoma, é importante apresentar os agentes que participaram da Rede ONSA/*Organization for Nucleotide Sequencing and Analysis*. O Projeto Genoma-FAPESP em 1999, foi o primeiro projeto no mundo a fazer o seqüenciamento de um fitopatógeno. O projeto contou com um investimento de US$ 15 milhões, ou seja, o maior financiamento já destinado a um projeto científico brasileiro.

Embora tenha sido um grande investimento para os padrões da C&T brasileira, segundo Juliano Ayres *"o impacto percentual do que se investiu no genoma da Xylella frente o orçamento da FAPESP é irrisório"*[7]. O Quadro 11 correspondente a evolução do orçamento da FAPESP comprova a argumentação acima. Em porcentual o investimento da FAPESP não chegou a 5% do orçamento da instituição.

[7] Informação obtida em entrevista ao Diretor Científico do Fundecitrus Juliano Ayres no dia 13 de fevereiro de 20004

Quadro 11 – Evolução do orçamento da FAPESP

ANO	R$	DÓLAR MÉDIO	US$
1996	339.502.926,80	1,0051	337.784.227,24
1997	347.833.668,06	1,078	322.665.740,32
1998	391.017.881,15	1,1606	336.910.116,45
1999	409.024.581,19	1,8147	225.395.151,37
2000	377.582.425,82	1,8302	206.306.647,26
2001	403.817.146,52	2,3504	171.807.839,74

Fonte: Revista Pesquisa Fapesp de novembro de 2002, n.º 81

A crise recente da FAPESP está relacionada a conjuntura econômica do país, particularmente da crise cambial, sobre o fomento à pesquisa científica em São Paulo e a ampliação das solicitações de financiamentos e não ao financiamento direto da Rede ONSA. Este momento conturbado colocou em estado de alerta o sistema paulista de ciência e tecnologia, pois o aumento de 52,4% na cotação do dólar em 2002 provocou uma desestruturação no orçamento e nos programas de compras externas afetando boa parte das áreas de pesquisas.

Voltando à Rede ONSA, os projetos incluídos no seu bojo foram: Genoma *Xanthomonas citri*, Genoma Cana e Genoma Câncer. Esta ampliação partiu segundo João Meidanis, dos principais pesquisadores envolvidos na criação da Rede:

"Depois, com o caminhar do projeto, deles estarem sempre envolvidos no projeto Xylella, cada uma dessas pessoas criou um projeto onde ele fosse o coordenador. O Simpson criou o do câncer, o Reinach criou o do Xanthomonas e o Arruda criou o da cana. Cada um mais ou menos dentro do que ele achava que seria natural do projeto Genoma[8]."

O Genoma Cana ou Sucest encerrado em 2000 – Sugar Cane EST, devido à técnica adotada, chamada de etiquetas expressas de seqüenciamento – contava com participação de 70 equipes de seqüenciamento que analisaram aproximadamente 50 mil genes.

Em junho de 2003 foi concluído o mapa genético da bactéria *Leifsonia xyli*, que ataca a cana-de-açúcar e reduz em até 27% a biomassa aproveitável para produção de açúcar e álcool. E com base no banco genético, pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) identificaram uma proteína de defesa da cana-de-açúcar (*Saccharum officinalis*), popularmente conhecida como canacistatina. Além de atuar contra dois gêneros mais comuns de fungos – *Fusarium* e o *Colletotrichum* – que atacam a cana, a canacistatina em inúmeros experimentos realizados teve ação efetiva sobre os fungos que atacam apupunha, o caju, o guaraná. Porém, muito caminho ainda tem que ser percorrido até que se desenvolva um produto biotecnológico para ser comercializado no mercado (Revista Pesquisa Fapesp janeiro de 2003, n.º 83).

[8] Informações obtidas em Entrevista ao Prof. Dr. João Meidanis no dia 06 de novembro de 2002.

O Genoma *Xanthomonas citri* e *campestri* responsáveis pelo cancro cítrico foi encerrado em maio de 2002. Na atualidade se desenvolvem pesquisas visando a obtenção de um produto biotecnológico ou formas de controle dos vetores com base em pesquisas gênicas (www.fapesp.br). Um dos agentes participantes da Rede ONSA que mais tem se dedicado na busca por essas soluções é justamente o Fundecitrus que foi co-financiador – US$ 500 mil[9] – do Projeto Genoma-FAPESP. Este esforço do Fundecitrus fica claro ao observar os Quadros 12 e 13 abaixo.

Quadro 12 – Pesquisas sobre CVC e Cancro Cítrico em Curso no Fundecitrus, como Instituição Principal (n.º de projetos)

	CVC	Cancro Cítrico
Fundecitrus	**29**	**0**
ESALQ/USP	**6**	**3**
Instituto Biológico	**4**	**2**
IAPAR	**0**	**5**
Unesp/Jaboticabal	**1**	**0**
Unesp/Araraquara	**2**	**0**
IAC/CCSM	**1**	**0**
GRAVENA	**2**	**0**
CENA/USP	**2**	**0**
E.E.Bebedouro	**1**	**0**
Total por tema	**48**	**10**

Fonte: Baseado em Fundecitrus, 2003 - homepage

[9] Informação obtida em entrevista ao Diretor Científico do Fundecitrus no dia 13 de fevereiro de 2004.

Quadro 13 - Pesquisas sobre CVC e Cancro Cítrico em Curso no Fundecitrus, como Instituição Colaboradora (n.º de projetos)

	CVC	Cancro Cítrico
Unesp/Jaboticabal	11	0
IAC/CCSM	3	1
E.E.Bebedouro	4	0
INRA-França	2	0
ESALQ/USP	1	1
Instituto Biológico	1	0
USDA/ARS-EUA	1	0
Universidade da Flórida	1	0
Fazenda Cambuhy	1	0
CNPTIA/EMBRAPA	0	0
Unesp/Araraquara	0	0
GRAVENA	0	0
CENA/USP	0	0
Total por tema	25	2

Fonte: Baseado em Fundecitrus, 2003 - homepage

O Genoma que envolve a análise do câncer humano, por sua vez, teve seu início em 1999 tinha como objetivo analisar os tipos mais comuns da doença que ocorrem no Brasil – linfoproliferativas, gastrointestinais, neurológicos e de pescoço – e desenvolver terapias gênicas e novas formas de diagnóstico (www.fapesp.br).

A magnitude dos investimentos para os padrões da pesquisa brasileira tornou o projeto muito atrativo e proporcionou uma incrível corrida entre instituições para fazer parte do processo de seqüenciamento da *Xylella fastidiosa*.

Após o encerramento das inscrições, a FAPESP formou uma rede de pesquisa para sequenciar a *Xylella fastidiosa* que contou com a participação de 35 laboratórios – que podem ser verificados no Quadro 14 – cuja organização foi supervisionada por um Comitê Internacional formado por cinco membros, três deles especialistas internacionais em biologia molecular - André Goffeau da *Université Catholique de Louvain*, Bélgica; Steve Oliver da *Universidade de Manchester*, Inglaterra e John George Sgouros do *Imperial Cancer Research Foundation*, Inglaterra – e dois cientistas do Estado de São Paulo – Antonio Cechelli de Mattos Paiva da Universidade Federal de São Paulo e João Lúcio Azevedo da Sociedade Brasileira de Genética.

Quadro 14– Instituições Participantes da Rede ONSA

Instituições que Participaram da Rede ONSA	
Laboratório de Estudo da Relação entre Estrutura e Função de Enzimas, do Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da USP	Centro de Bioinformática do Instituto de Computação da Unicamp
Laboratório de Estrutura e Função de ATPases, do Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da USP	Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética da Unicamp
Laboratório de Expressão Gênica, do Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da USP	Laboratório de Regulação da Expressão Gênica em Microorganismos, do Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da USP
Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina da USP	Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal da Unesp
Departamento de Defesa Fitossanitária Fazenda Lageado da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu da Unesp	Departamento de Genética do Instituto de Biociências de Botucatu da Unesp
Departamento de Biotecnologia de Plantas Medicinais do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas da Universidade de Ribeirão Preto	Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal da Unesp
Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia da Unifesp	Departamento de Biofísica da Unifesp
Laboratório de Biologia Molecular do Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da USP	Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Biologia da Unicamp
Departamento de Psiquiatria do Instituto de Psiquiatria da Faculdade de Medicina da USP	Hemocentro da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp
Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP	Departamento de Parasitologia, Microbiologia e Imunologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP
Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP	Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da USP
Departamento de Biologia do Instituto de Biociências da USP	Departamento de Patologia de Plantas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz da USP
Centro de Energia Nuclear na Agricultura da USP	Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz da USP
Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP	Departamento de Ciências Farmacêuticas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto da USP
Instituto Ludwig de Pesquisa sobre o Câncer	Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da UNIVAP
Núcleo Integrado de Biotecnologia do Centro de Ciências Biomédicas da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC)	Centro de Citricultura Sylvio Moreira do Instituto Agronômico de Campinas
Centro de Genética, Biologia Molecular e Fitoquímica do Instituto Agronômico de Campinas	Centro de Biotecnologia do Instituto Butantan
Seção de Bioquímica Fitopatológica do Instituto Biológico	

Fonte: Elaborado a partir da Revista Fapesp, n.º 51

O Comitê Internacional, num processo de discussão que incluiu os Professores Sergio Almeida, Fernando Reinach, Paulo Arruda e José Bové – *INRA* –França, optou por uma estrutura em rede e não por um núcleo de Genoma, pois devido à pouca experiência brasileira na área, o tempo que seria gasto na construção de um espaço físico poderia ser utilizado no processo de aprendizado das técnicas de seqüenciamento e no preparo dos pequenos pedaços de DNA, ou seja, o tempo seria utilizado para agilizar os trabalhos.

Além do Comitê Internacional, a Rede ONSA contou uma Comissão de Supervisão que envolveu aproximadamente 50 pesquisadores. Estes pesquisadores tinham como função coordenar os trabalhos de seqüenciamento realizados em seus respectivos laboratórios. O Quadro 15 apresenta os pesquisadores que fizeram parte da Comissão de Supervisão do Projeto Genoma-FAPESP e suas respectivas instituições. O Quadro 15 foi construído pensando em uma hipotética hierarquia, desse modo, as cores diferentes servem para distingui-las.

Quadro 15 – Comissão de Supervisão do Projeto Genoma - FAPESP

Comissão de Supervisão	
Pesquisadores	**Instituições**
André Goffeau	Université Catholique de Louvain, Bélgica
Steve Oliver	Universidade de Manchester, Inglaterra
John George Sgouros	Imperial Cancer Research Foundation, Inglaterra
Antonio Cechelli de Mattos Paiva	Universidade Federal de São Paulo
João Lúcio Azevedo	Sociedade Brasileira de Genética
Andrew John George Simpson	Instituto Ludwig de Pesquisa do Câncer
João Meidanis e João Carlos Setúbal	Instituto de Computação da UNICAMP
Fernando Reinach	Instituto de Química da USP
Paulo Arruda	Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética da UNICAMP/CBMEG
Helaine Carrer, Márcio Lambis, Weber Amaral Luiz, Eduardo Aranha Camargo e Luiz Lehmann Coutinho	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), USP
Antonio Carlos Maringoni e Eiko Izioka	Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Botucatu
João Bosco Pesquero	Biofísica, Universidade Federal de São Paulo
Arthur Gruber	Faculdade de Med. Veterinária e Zootecnia da USP
Catalina Lopes e Celso Luiz Marino	Instituto de Biociências, UNESP/Botucatu
Hamza Ali El-Dorry, Sérgio Verjovski-Almeida e Suely Lopes Gomes	Instituto de Química, USP
Eliana Gertrudes de Macedo Lemos	Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Jaboticabal
Elza Maria Frias Martins	Instituto Biológico
Fernando Ferreira Costa	Faculdade de Ciências Médicas, UNICAMP
Francisco Nóbrega	Instituto de Ciências Biomédicas, USP
Gustavo Henrique Goldman e Maria Helena Goldman	Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, USP
Jesus Aparecido Ferro	Departamento de Tecnologia, UNESP/Jaboticabal
Luiz Eduardo Soares Neto e Gonçalo Pereira	Instituto de Biologia, UNICAMP
Luiz Nunes e Regina Costa de Oliveira	Universidade de Mogi das Cruzes
Marcelo Briones e José Franco da Silveira	Universidade Federal de São Paulo
Marco Antonio Zago e Vanderlei Rodrigues	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP
Marcos Antonio Machado e Walter José Siqueira	Instituto Agronômico de Campinas
Maria Aparecida Nagai, José Eduardo Krieger e Homero Pinto Vallada Filho	Faculdade de Medicina da USP
Marie-Anne Van Sluys e Mayana Zatz	Instituto de Biociências da USP
Paulo Lee Ho, Luciana Leite e Elizabeth Martins	Instituto Butantan
Suzelei de Castro França	Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP
Siu Mui Tsai	Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena)

Fonte: Elaborado a partir da Revista Fapesp, n.º 51

Outro ponto que deve ser ressaltado na caracterização da Rede ONSA é o grande número de pesquisadores envolvidos na dinâmica da rede e que se encontravam espalhados por uma grande área territorial do Estado de São Paulo. O Projeto Genoma envolveu 192 pesquisadores que estavam inseridos nas instituições apresentadas no Quadro 14. Isto nos permite afirmar que a sinergia

da Rede ONSA possibilitou um processo multiplicador derivado da articulação de diversos agentes e competências, superando assim, o baixo número de pesquisadores envolvidos com a biologia molecular e o respectivo aperfeiçoamento de suas qualificações.

Feito o seqüenciamento da *Xylella fastidiosa* e ter dado o "pontapé inicial" nos demais projetos contemplados anteriormente, A FAPESP incluiu na Rede ONSA mais dois projetos: a) Genoma do Eucalipto e b) Genoma do *Schistosoma mansoni.*

O Genoma do Eucalipto é conhecido por Forest (*Eucalyptus Genome Sequencing Project Consortium*) e teve início em 2001 sob a coordenação dos Professores Luis Camargo e Helaine Carrer, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq). Por ser um consórcio o projeto conta com a participação de outras instituições públicas paulistas e empresas privadas além de, grupos de pesquisa de sete estados (Alagoas, Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e Santa Catarina).

O objetivo do Genoma do Eucalipto é buscar melhorar a qualidade da madeira para celulose. Em agosto de 2003 teve início o processo de garimpagem de dados (*data mining*) e em setembro do mesmo ano pesquisadores da Unesp de Botucatu descobriram um gene que pode atuar como resistente a um herbicida. (Revista Pesquisa Fapesp, outubro de 2003, n.º 92).

O Genoma do *Schistosoma mansoni* orçado em US$ 1 milhão teve início em 2002 sob a coordenação do Professor Sergio Verjovski-Almeida do Instituto

de Química da USP. E possui como objetivo sequenciar novos genes associados aos estágios da vida do parasita. Em setembro de 2003, a Rede ONSA já havia determinado de maneira integral ou parcial 92% dos estimados 14 mil genes do parasita Esse alto índice de informações foi conseguido via método Orestes de encontrar ESTs, ou seja, por meio de um método que identifica regiões centrais de genes expressos. O mais interessante é que os brasileiros conseguiram realizar esta tarefa antes de seus rivais chineses que pertencem ao Centro Nacional de Genoma Humano e que trabalham espécie *S. japonicum* o que acabou garantindo aos brasileiros mais uma capa na revista *Nature Genetics* (Revista Pesquisa Fapesp, outubro de 2003, n.º 92).

No decorrer deste tópico podemos perceber que a FAPESP se aproveitou da preexistência de uma infra-estrutura – ligados à citricultura – e investiu na aquisição e modernização dos equipamentos necessários para a prática do seqüenciamento genético, acelerando assim, não só o início dos trabalhos com *Xylella*, mas como concluindo antes do prazo em 1999.

Esta atitude permitiu aos agentes envolvidos a geração de economias de escala em P&D, pois permitiu a partilha dos custos e riscos, e evitando a duplicidade de esforços. Ou seja, a Rede ONSA conquistou uma ampliação das competências essenciais da organização, pois entrou em contato com competências que não possuía obtendo também economias de escopo.

Outra característica importante da Rede ONSA foi a flexibilidade apresentada em dois quesitos importantes: a) viabilizou o desenvolvimento de métodos aplicáveis a outros objetivos, que não aqueles a que se propunha

inicialmente a própria constituição da Rede e b) "transito/fluxo" de pesquisadores em diferentes projetos, pois podemos notar que vários pesquisadores estavam envolvidos em mais de uma atividade da rede confirmando assim, o argumento extraído de Valle (2002), de que as organizações em rede permitem a ampliação das competências essências da organização, ou seja, a sinergia criada no ambiente cooperativo da Rede ONSA permitiu aos agentes adquirirem competências que não dominavam via troca de informações e realização prática de experimentos.

3.3 – Os Genomas Funcionais da *Xylella fastidiosa*

O início do projeto do Projeto Genoma-FAPESP foi preparar os pedaços de DNA da bactéria – crescimento do organismo em cultura. Esta etapa ficou, segundo o Pesquisador Dr. em Bioquímica Marco Takita, sob a responsabilidade do Centro de Citricultura Sylvio Moreira-IAC:

> *"Dentro desse projeto genoma, onde se deu o pontapé inicial, o Centro teve uma participação extremamente importante, pois a Xylella é um organismo muito difícil de ser crescido. Para crescer o organismo em cultura não é nada trivial. .... precisou de alguém para crescer esse organismo, para conseguir massa para poder fazer as extrações de DNA e para depois formar as bibliotecas. O Centro foi responsável por possibilitar todo o trabalho de*

seqüenciamento posterior. Nós também éramos uma unidade de seqüenciamento, mas sempre continuamos como principal fornecedor de Xylella para os demais participantes da rede."[10]

Estabelecido o processo de produção da bactéria *Xylella fastidiosa,* deu-se início ao processo de seqüenciamento genético propriamente dito – os genes são formados por longos trechos de moléculas de DNA que possuem os códigos responsáveis pela produção das proteínas de uma célula.

A coordenação do projeto todo ficou sob a responsabilidade do Pesquisador Andrew John George Simpson do Instituto Ludwig de Pesquisa do Câncer. Apesar da flexibilidade apresentada por uma organização em rede, a FAPESP elaborou a criação de um agente que assumisse a responsabilidade pelo andamento do projeto, pois era a primeira vez que uma instituição pública estadual de fomento à pesquisa estava realizando um grande investimento numa área de fronteira do conhecimento.

O coordenador de DNA era, portanto, o responsável por transmitir o fluxo das informações obtidas pelos diversos laboratórios para o Centro de Bioinformática instalado no Instituto de Computação da UNICAMP e coordenado pelo Professores João Meidanis e João Carlos Setúbal e estes por sua vez eram os responsáveis por processar as informações. Ou seja, o coordenador de DNA foi o responsável pela complementaridade dos ativos envolvidos, principalmente, dos ativos denominados conhecimentos científicos que eram direcionados para o

[10] Informações obtidas em Entrevista ao Pesquisador Dr. Marco Takita no dia 18 de dezembro de 2002.

banco de dados virtual da Rede ONSA. Este banco de dados é público e de livre acesso e pode ser acessado via rede mundial de computadores.

O projeto contou também com a presença de dois Laboratórios Centrais que ficaram sob a supervisão dos Professores Paulo Arruda do Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética da UNICAMP/CBMEG e de Fernando Reinach do Instituto de Química da USP, ou seja, estes laboratórios além de realizarem o seqüenciamento da *Xylella fastidiosa*, seriam os responsáveis pela continuidade e pela conclusão do projeto caso algum dos Laboratórios de Seqüenciamento não conseguissem realizar o trabalho.[11]

O seqüenciamento genético da bactéria *Xylella fastidiosa* foi fechado antes do prazo final estabelecido pela FAPESP, ou seja, os 2,7 milhões de bases do cromossomo da *Xylella* estavam dispostos em uma seqüência contínua. Isto possibilitou a publicação pela primeira vez de um artigo elaborado por pesquisadores brasileiros na revista *Nature* além de ter o editorial da revista dedicado ao feito brasileiro (Revista Fapesp, n.º 55).

Um fato interessante e que deve ser destacado no processo de conclusão da *Xylella* é que os 10% do código genético da bactéria que ainda faltavam para ser seqüenciado, pois estava cheio de *gaps* foi codificado por sete pesquisadoras – Ana Claudia Rasera da Silva, Anamaria Aranha Camargo, Claudia Monteiro-Vitorello, Elizabeth Angélica Leme Martins, Mariana de Oliveira, Marie-Anne Van Sluys e Marilis do Valle Marques – que concorreram ao Prêmio Cláudia.

[11] Informações obtidas em Entrevista ao Prof. Paulo Arruda no dia 10 de outubro de 2002.

A conclusão do seqüenciamento da *Xylella* nos mostra que o modelo de Rede de Pesquisa criado pela FAPESP – aliando flexibilidade e princípios de liderança e hierarquia dos clássicos institutos de pesquisa mais o considerável investimento realizado pela instituição – possibilitou uma forte coesão entre os agentes participantes, como podemos constatar nas palavras do Pesquisador Marco Takita e do Prof. Dr. João Meidanis:

> *"Dentro desse projeto você não tinha muito como divergir do objetivo central, que era o seqüenciamento do genoma da Xylella. O seqüenciamento foi um projeto extremamente caro para a FAPESP em comparação com os outros que vieram posteriormente. Nenhum laboratório em sã consciência, devido a falta de verba, deixaria de tentar entrar neste projeto e buscar o objetivo determinado pelo financiador.*[12]"

> *"... foi bastante coeso do princípio ao fim. Existia um sentimento entre todos de que era uma coisa que ninguém poderia fazer sozinho, então precisava da união do grupo. Houve também essa união entre as lideranças biológicas do projeto, no caso: o Simpson, o Reinach e o Arruda."*[13]

A forma como a mídia internacional e nacional destacou o fechamento da seqüência genética da bactéria *Xylella fastidiosa*, as séries de premiações e congratulações das lideranças estaduais provocou alguns problemas para os

[12] Informações obtidas em Entrevista ao Pesquisador Marco Takita. no dia 18 de dezembro de 2002
[13] Informações obtidas em Entrevista ao Pro. Dr. João Meidanis no dia 06 de novembro de 2002.

agentes que participaram da rede e que possuem um contato mais direto com o produtor, pois segundo o Pesquisador Marco Takita:

> *"(...) foi uma falha de comunicação entre jornalistas e pesquisador. Porque na verdade, o pesquisador de uma forma geral, eu me incluo nessa posição, tem um problema muito grande para se comunicar com o público leigo. Nós ficamos muito tempo isolados em nossos laboratórios, onde só conversamos por meio de jargões técnicos e quando vamos colocar isso para o leigo não conseguimos fazer com clareza.*
>
> *Somado a isso, a grande importância do seqüenciamento nos colocou de forma abrupta na mídia. Foi criado na mídia aquele negócio: agora temos o código genético da Xylella!!! E isso deu a impressão para todo mundo, para todo leigo, que a solução estaria pronta amanhã.*
>
> *Isso para nós do Centro de Citricultura foi um grande problema, pois temos todos os anos a Semana da Citricultura e a cobrança começava a aumentar sobre a gente. E agora vocês possuem a seqüência, o Fundecitrus financiou parte do projeto, cadê a solução? Foi muito tranqüilo para quem não trabalha diretamente com a citricultura, mas para nós foi um problema, pois enquanto o governo paulista entregava medalhas e divulgava maciçamente o seqüenciamento, o citricultor vinha bater na nossa porta, querendo a solução definitiva para os seus problemas."*[14]

[14] Informações obtidas em Entrevista ao Pesquisador Marco Takita no dia 18 de dezembro de 2002

As palavras do Pesquisador Marco Takita apresentam uma das principais falhas da Rede ONSA, ou seja, o agente responsável – que era a própria FAPESP/departamento de jornalismo científico – por preparar a divulgação do trabalho não realizou seu trabalho de forma eficaz, pois deveria ter voltado também sua atenção para o setor produtivo da citricultura. Ou seja, um documento que fosse elaborado para atender os diversos segmentos da sociedade interessados nos resultados da Rede.

A etapa que está intimamente ligada à busca de soluções para os problemas causados pela CVC foi iniciada imediatamente após a conclusão dos trabalhos. Esta fase que permitirá a produção de algum produto biotecnológico que combata a CVC é chamado de anotação e demanda um tempo considerável para produzir resultados que possam ser aplicados no setor produtivo, pois requerem experiências que muitas vezes são travadas por falta de uma legislação clara sobre organismos geneticamente modificados.

A FAPESP lançou no interior da Rede ONSA o projeto Genoma Funcional no final de 1998 desafiando os agentes da Rede à buscarem a solução para o problema que serviu de pretexto para a instituição criar o Projeto. O objetivo da etapa de anotação é identificar os genes ou as proteínas responsáveis pela doença, no caso a CVC. Desse modo, a fase de anotação busca descobrir aplicações que possam bloquear as atividades das proteínas causadoras dos problemas.

Foram selecionados 21 projetos ligados ao Genoma Funcional da Xylella fastidiosa com a participação aproximada 80 pesquisadores. A partir de 2002 as

pesquisas foram obtendo avanços consideráveis e que possivelmente tomarão a forma de uma vacina contra a CVC. Até o momento, foram identificados 30 genes importantes e que estão relacionados com os mecanismos pelos quais a bactéria infecta os pomares.

Algumas experiências já estão em andamento, como por exemplo, a do pesquisador João Lúcio Azevedo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), depois que a equipe da Pesquisadora Eliana Lemos (Unesp Jaboticabal) descobriu a composição da goma fastidiana (mistura de 4 tipos de açúcar), Azevedo implantou um gene que ajuda a digerir a goma em duas bactérias inofensivas a *Methylobacterium sp* e a *Pantoea agglomerans,* que foram introduzidas em pomares e provavelmente os resultados já devem estar a caminho (Revista Pesquisa Fapesp de janeiro de 2003, n.º 83).

A *Alellyx – spillover* da Rede ONSA – tem contribuído na realização de outras pesquisas e ultimamente tem enveredado por caminhos que devem trazer esclarecimentos sobre a "morte súbita dos citros" doença que vem dizimando os laranjais paulistas. Com base nas pesquisas realizadas a Alellyx descobriu que 90% das plantas doente continham um vírus da família *Tymoviridae* que recebeu o nome de *Citrus Sudden Death Virus* (CSDV). Mesmo sem resultados conclusivos, a empresa já solicitou nos Estados Unidos o patenteamento sobre o uso de suas seqüências genéticas (Revista Pesquisa Fapesp, novembro de 2003, n.º 93).

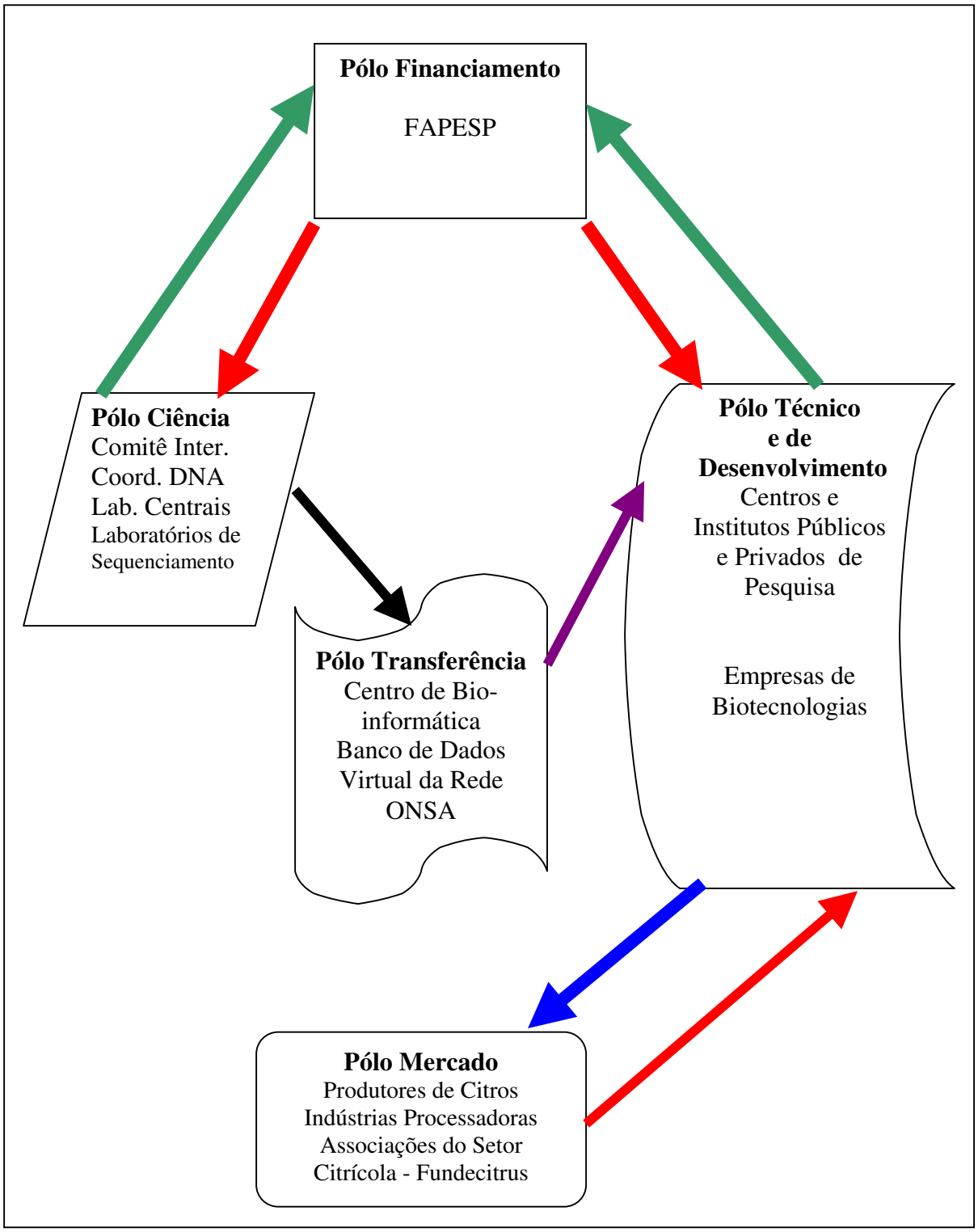
Os resultados obtidos com o seqüenciamento da *Xylella fastidiosa* pela Rede ONSA começam a aparecer. É claro que ainda não se criou um produto

biotecnológico capaz de deter o amarelinho, mas o esforço realizado pela FAPESP vem dando resultados como os mostrados acima e os arranjos tipo rede se apresentam como uma conformação interessante para a atividade inovativa em biotecnologia. Provavelmente, a "maior falha" do projeto foi não ter elaborado um canal de comunicação com os produtores de citros.

3.4 – O Desenho da Rede ONSA

A apresentação das características da Rede ONSA acima, juntamente com o Fluxograma apresentado no capítulo 2, construído com base na tipologia desenvolvida por Callon nos permite a realização de um interessante exercício nesta dissertação que é a elaboração de uma possível representação da Rede ONSA no Fluxograma 3 abaixo.

Fluxograma 3 – Uma Forma Possível de Representação da Rede ONSA



Fonte: Elaboração própria a partir das informações levantadas nesta pesquisa.

No Fluxograma 3, representamos os pólos que estão presentes na Rede ONSA por figuras geométricas e no seu interior inserimos os agentes ativos da Rede. O Pólo Financiamento inclui a FAPESP, pois como vimos foi o agente principal no fomento, tanto do Pólo Científico quanto do Pólo Técnico. Dessa forma, as "setas vermelhas" que saem do Pólo Financiamento é o intermediário que ele coloca em circulação. No caso do Pólo Científico o intermediário são recursos financeiros.

O Pólo Ciência compreende os responsáveis pela organização da Rede ONSA e pelo seqüenciamento da bactéria – Comitê Internacional, Coordenador de DNA, Laboratórios Centrais e Laboratórios de Seqüenciamento. Este pólo coloca em circulação dois importantes intermediários, um do intermediário é representado pela "seta verde" é corresponde respectivamente a relatórios de prestação de contas, informativos sobre o andamento do projeto, relatórios científicos e artigos. Já a "seta preta" é o intermediário chamado de segmentos de DNA seqüenciado.

O Pólo Transferência é composto pelo Centro de Bioinformática e pelo Banco de Dados Virtual da Rede ONSA. Este pólo é responsável por ordenar as informações que recebe e torná-las acessíveis para o Pólo Técnico e de Desenvolvimento, ou seja, o intermediário – "seta roxa" – colocado em circulação por este pólo é a informação correta do material genético da bactéria *Xylella fastidiosa.*

O Pólo Técnico e o Pólo Desenvolvimento estão sobrepostos na Rede ONSA e recebeu a nomenclatura de Pólo Técnico e de Desenvolvimento. Estão

neste pólo os Centros e Institutos Públicos e Privados de Pesquisas, e as Empresas de Biotecnologias que estão sendo formadas, como por exemplo, a *Allelyx* e a *Scylla*. Os principais intermediários colocados em circulação por este pólo são: a)relatórios de prestação de contas, relatórios científicos e artigos, que são representados pela "seta verde"; b) os produtos biotecnológicos desenvolvidos a partir do Projeto Genoma Funcional e são representados pela "seta azul".

Já o Pólo Mercado, ao adquirir um dos produtos ou processos biotecnológicos desenvolvidos pelo Pólo Técnico e de Desenvolvimento, coloca em circulação o intermediário dinheiro, representado pela "seta vermelha". Este pólo é composto pelos produtores de citros, indústrias e as respectivas Associações do Setor Citrícola.

Ao analisarmos o Fluxograma 3, devemos observar que os limites de cada pólo não são fáceis de se identificar, pois há entre eles fortes conexões é a inclusão de agente ativo em determinado pólo não deve ser visto como algo rígido e as relações entre os pólos não devem devem ser entendidas como lineares.

A exposição das características da Rede ONSA e as etapas de produção de bactérias, o seqüenciamento do organismo e o processo de anotação deixa bem claro que um mesmo agente pode desenvolver as funções de vários pólos, como por exemplo, o Centro de Citricultura Sylvio Moreira que produziu as bactérias, participou do processo de seqüenciamento e está buscando desenvolver produtos biotecnológicos que possam controlar ou eliminar a CVC.

Fazendo uso, portanto, das diferentes estruturas de organização em Rede que Callon *et alii* (1991, 1995) propõe, podemos argumentar que a Rede ONSA é longa, encadeada e convergente, pois é possível identificar as atividades da rede, desde a pesquisa básica até usuário final. Além disso, possui no seu interior as funções de financiamento, produção de conhecimento e busca por inovações. Além de ter possuído no seu início uma liderança que permitiu a redução de incerteza e a possibilidade de práticas oportunistas no interior da Rede.

Considerações Finais

Ao chamarmos esta parte da dissertação de considerações finais pretendemos deixar em aberto a possibilidade de desdobramento do trabalho aqui desenvolvido. Pois acreditamos que uma dissertação de mestrado deve ser considerada o segundo passo de um estudante universitário, uma vez que ela permite uma aplicação dos conceitos e das técnicas de pesquisa aprendidas durante a graduação e é um momento que podemos refletir sobre uma possível tese. Por isso, apresentaremos a seguir os aspectos mais relevantes abordados nesta dissertação.

Primeiramente, a breve reconstrução da história da citricultura paulista – sua formação, expansão e problemas fitossanitários – permitiu levantarmos alguns aspectos que levaram a FAPESP a escolher o setor citrícola como principal parceiro no processo de desenvolvimento da biotecnologia brasileira. Os aspectos por nós levantados foram: a) relevância econômica do setor citrícola paulista; b) presença de uma infra-estrutura de pesquisa que está acostumada a trabalhar de maneira cooperativa e a buscar soluções que possam ser empregadas em atividades econômicas e; c) presença de um fitopatógeno - *Xylella fastidiosa* - que apesar de se constituir numa ameaça séria para a citricultura é considerado pelos biotecnólogos um organismo relativamente simples de ser seqüenciado.

O setor citrícola paulista é, portanto, um dos mais modernos e atualizados do mundo e que reflete na sua posição internacional. Os problemas fitossanitários do setor, por sua vez, contribuíram grandemente para o forte vínculo existente entre os centros e institutos de pesquisas e o setor produtivo,

ou seja, os problemas fitossanitários que muitos autores consideram o principal gargalo do setor é no caso a "mola propulsora" das inovações na área de manejo, produção de mudas, transporte e processamento de sucos e derivados.

Completando esse "ambiente cooperativo favorável" aparece a figura do Governo de São Paulo que sempre se manteve disposto a colaborar de maneira direta ou indireta com o setor.

Frente a este quadro, procuramos apresentar alguns conceitos presentes na literatura nacional e internacional que abordam as possíveis formas de relacionamento e organização de múltiplos agentes envolvidos no processo de P&D.

Procuramos apresentar, em especial, os trabalhos que abordam a temática do desenvolvimento técnico-científico a partir da noção de organizações em redes. Acreditamos que este enfoque constitua uma das melhores e mais eficientes formas de um país em desenvolvimento diminuir seu atraso tecnológico em relação aos países desenvolvidos, uma vez que as referidas redes possuem como características principais a busca pela criação e difusão de novos processos e produtos via conhecimento multidisciplinar, além de permitirem o compartilhamento dos altos custos e risco que envolvem a atividade inovativa.

Este interesse pela abordagem das redes nos levou a conhecer os trabalhos da Economia Evolucionista, da Nova Economia Institucional e de Callon, considerados tanto pela literatura nacional quanto pela internacional, como as principais perspectivas sobre o tema.

As tipologias construídas por Callon – pólo ciência, pólo técnico e pólo mercado – possibilitaram, juntamente com sua forma de entender as redes como uma organização flexível e não linear a aplicação destes elementos em casos práticos, como por exemplo, nas análises de distritos industriais. Além disso, a abordagem do autor permite a análise e a correlação de elementos humanos (comportamento, custumes, etc.) e não-humanos (protótipos, artigos científicos, objetos, etc.) utilizados no processo de pesquisa e inovação.

Sabedora dos problemas produtivos enfrentados pela citricultura paulista devido a presença da bactéria *Xylella fastidiosa*, a FAPESP aproveitou o momento para colocar em prática uma agressiva Política de Ciência e Tecnologia que visava capacitar e aparelhar os laboratórios de pesquisas paulistas na área de Biologia Molecular via seqüenciamento da bactéria.

A FAPESP criou então um dos mais ambiciosos projetos envolvendo um país sul-americano, a Rede de Pesquisa ONSA. Esta rede apresentou uma importante originalidade, uniu a flexibilidade característica das organizações em rede aos princípios de liderança e hierarquia comuns aos tradicionais centros de pesquisas e criou um ambiente cooperativo que envolveu um grande número de agentes espalhados pelo território do Estado de São Paulo.

A coesão da rede se tornou visível antes do prazo estipulado pela FAPESP, ou seja, o seqüenciamento completo da bactéria *Xylella Fastidiosa* foi realizado antes do prazo final. O sucesso deste trabalho evidencia a eficiência deste tipo de organização quando envolve agentes acostumados a trabalhar em parceria, como por exemplo, o Fundecitrus e o centro de Citricultura Sylvio Moreira.

A FAPESP conseguiu realizar seu objetivo principal que era capacitar os pesquisadores paulistas em uma área de fronteira do conhecimento e aparelhar os laboratórios paulistas para a prática da biologia molecular utilizando a citricultura paulista como plataforma.

A sinergia originária desse ambiente cooperativo foi tão intensa que seu efeito multiplicador fez surgir outros projetos de genoma em São Pauloe no Brasil, sendo que hoje o número de pesquisadores envolvidos com biologia molecular, engenharia genética é consistente não apenas para dar continuidade aos projetos em andamento, mas constitui, sibretudo, uma "massa crítica" relevante para propor projetos inovadores nessas áreas de fronteira.

Referências Bibliográficas

AGRIANUAL, FNP Consultoria & Comércio, São Paulo, 2000.

ALVES, F.J.(Org.), *Análise das disfunções nas cadeias agroalimentares de produtos da cesta básica na Região de Ribeirão Preto*. Relatório Final- Projeto Integrado de Pesquisa CNPq**,** DEP/UFSCar, São Carlos, 1999.

ALVES, F.J.& ALMEIDA, L., "Novas Formas de Contratação de mão-de-obra rural na Nova Configuração do Complexo Agroindustrial Citrícola Paulista". *Informações Econômicas*, vol.30, nº 12, São Paulo, Dezembro de 2000.

AMARO,A.A., "Production of Citrus Nursery Trees in São Paulo State: An Economic Vision". IN: *Proceedings of the 6th International Congress of Citrus Nurserymen*.Ribeirão Preto, 2001.

BONACELLI, *et alii*., *Formação e Articulação de Cadeias Produtivas e Cadeias Inovativas na Agropecuária da América Latina e do Caribe: o financiamento da pesquisa em C&T - a cadeia citrícola brasileira***.** Documento Relatório de Pesquisa, GEOPI/DPCT – IICA, Campinas, 2000.

CALLON, M. "The dynamics of techno-economic networks*"* IN: COOMBS, R.; SAVIOTTI, P. e WALSH, V. (eds) *Technological change and company strategies*. London: Academic Press, 1992.

CALLON, M. *Externalités et politiques publiques: le point de veu d'un sociologue*, Paris, 1995 (transcription d'un exposé).

CALLON, M. *et alii, "*The Management and Evaluation of technological programs and the Dynamics of techno-economic networks*". Research Policy***,*** vol.21, 1991.

CALLON, M.*et alii*. *La gestion stratégique de la recherche et de la technologie – l'evaluation des programmes*, Paris: Economica, 1995.

COSTA, R. V. "Joseph Alois Schumpeter" IN: Schumpeter, São Paulo, Ed. Nova Cultural, 1997

CRUZ, M.F. *A Forma do novo: Fundamentos do sistema de patentes na modernidade*. Rio de Janeiro. 1996

DAL POZ. M. E. S. *"Da Dupla à Tripla Hélice: O Projeto Genoma Xylella*". Instituto de Geociência. Unicamp. 2000.

DEBRESSON, C. & AMESSE,F., "Networks of innovators: A review and introduction to the issue". *Research Policy*, vol. 20, 1991.

DI GIORGI, "Resposta à Altura", *Agroanalysis***,** vol.19, nº 5, 1999.

DOSI, G. "The nature of the innovative process". IN: DOSI, G. *et alii* (orgs) *Technical Change and Economic Theory***,** London: Pinter Publishers, 1988.

DOSI, G. e ORSENIGO, L. "Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments". IN: DOSI, G. et alii.(orgs) *Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter Publishers, 1988.

FREEMAN, C., "Networks of innovators: A synthesis of research issues". *Research Policy*, vol. 20, 1991.

FREEMAN, C. & PEREZ, C., "Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investmente Behaviour". IN:DOSI, G. *et alii* (orgs) *Technical Change and Economic Theory***,** London: Pinter Publishers, 1988.

FONSECA, M.G.. "Evolutionary Economics, Complexity and Institutions". IN: *Anais do Segundo Seminário Brasileiro da Nova Economia Institucional*, Campinas, Março de 2001.

GONÇALVES, J.S., *Mudar para Manter: Pseudomorfose da Agricultura Brasileira***,** Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, 1999.

GONÇALVES, J.S., *Agricultura Brasileira: Desafios ao Fortalecimento de um Setor Fundamental,* Série Discussão Apta 1, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 2000.

GUEDES, T.M., *Networks of Innovation and the need for systemic Science and Technology Policies: The Brazilian Experience***,** Tese de Doutoramento, Faculty of Economics and Social Studies, University of Manchester, 1998.

LEE, R. *et alii, "*Xylella fastidiosa: Agente Causal da Clorose Variegada dos Citros". IN: *Laranja*, vol 14, nº 1, Cordeirópolis, 1993.

LOPES, M.A. *Agenda de P&D da Embrapa*. 2003

LUNDVALL, B. A., "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation". IN: DOSI, G. *et alii* (orgs) *Technical Change and Economic Theory***,** London: Pinter Publishers, 1988.

MACHADO, M.A., "Clorose Variegada dos Citros: Pesquisa e Desenvolvimento". IN: *Laranja*, vol.18, nº 1. Cordeirópolis, 1997.

MARTINELLI JUNIOR, O., *O Complexo Agroindustrial no Brasil: um estudo sobre a agroindústria citrícola no Estado de São Paulo***,** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia e Administração/USP, São Paulo, 1987.

MELLO, D.L., *Análise de Processos de Institutos Públicos de Pesquis no Estado de São Paulo.* Tese de Doutoramento, Departamento de Política Científica e Tecnológica-Unicamp, Campinas, 2000.

MCT, *Recursos Humanos para o Agronegócio Brasileiro***,** CNPq, 1ª Edição, Brasília, 2000.

MOWERY, D. & ROSENBERG, N, *Technology and the pursuit of economic growth***,** Cambridge University Press, Cambridge, 1989.

NELSON, R. & WINTER, S. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

NETO, B. R. S. *O Futuro já Chegou para a Biotecnologia*. IN Preços Agrícolas maio/junho de 2001.

NEVES, M.F., *Sistema Agroindustrial Citrícola: um exemplo de Quase-Integração no Agribusiness Brasileiro***,** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia e Administração- USP, São Paulo, 1995.

NOHRIA, N. "Is a network perspective a useful way of studying organizations?" IN: NOHRIA, N. e ECCLES, R.G. (eds.) *Networks and organizations: structure, form and action***.** Boston, Massachussets., Harvard Business School Press, 1992.

NORTH,D. & WALLIS, R., "Integrating Institutional Change and Technical Change in Economic History – A Transaction Cost Approach", *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, vol. 4, nº 150, 1994.

PANORAMA SETORIAL, *A Indústria de Sucos***,** Gazeta Mercantil, São Paulo, 1998.

PINAZZA, L.A. & ALIMANDRO, R., "Saga da Citricultura"*, Agroanalysis***,** vol.19, nº 5, 1999.

POMPEU JUNIOR, J., "Rootstocks and Scions in the Citriculture of the São Paulo State". IN: *Proceedings of the 6th International Congress of Citrus Nurserymen.*Ribeirão Preto, 2001.

PONDÉ, J.L., "Custos de Transação e Explicações Evolucionistas". IN: *Anais do Segundo Seminário Brasileiro da Nova Economia Institucional*, Campinas, Março de 2001.

POSSAS, M.L., "Em Direção a um Paradigma Microdinâmico: A Abordagem Neo-Schumpeteriana" IN: AMADEO, E. (org) *Ensaios sobre Economia Política Moderna: Teoria e História do Pensamento Econômico***,** Editora Marco Zero, 1986.

RAMALHO, Y. M. M. Et alii.. *Biotecnologia: cenário internacional e perspectivas para o Brasil.* BNDES/DEEST/AP, Rio de Janeiro. 1990

RAMOS-FILHO, L.O., *O Papel da Pesquisa Científica e Tecnológica no Desenvolvimento da Citricultura Paulista: Análise Histórica da Atuação do Instituto Agronômico de Campinas (1920-1960)***,** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Departamento de Política Científica e Tecnológica- Unicamp, Campinas, 1999.

SALLES-FILHO, S.L. *et alii, Ciência, Tecnologia e Inovação-A reorganização da Pesquisa Pública no Brasil,* Editora Komedi, Campinas, 2000.

SCHUMPETER, J.A., *Capitalism, Socialism and Democracy***,** G.Allen & Unwin, Londres, 1943 (republicado em 1976).

SIFFERT FILHO, N., *A Teoria dos Contratos Econômicos e a Firma*, Tese de Doutoramento, Faculdade de Economia e Administração- Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SILVEIRA, J. M. F. J. et alii *Biotecnologia: corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais. IN Economia e Sociedade*. Campinas. 2002

SILVEIRA, J. M. F. J. et alii. *Biotecnologia Agrícola: Mercado e Perspectivas de Comercialização*. Unicamp. 2002

TEECE, D.J. e PISANO, G. "The dynamic capabilities of firms: an introducion". IN: DOSI, G. *et alii, Technology, organization, and competitiveness: perspectives on industrial and corporate change*. Oxford: Oxford University Press, 1998.

VALLE, M. G. *Cadeias Inovativas, Redes De Inovação e a Caracterização da Dinâmica Técno-Produtiva da Agricultura: Considerações sobre o Agronegócio Citrícola em São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências. UNICAMP, São Paulo, 2002.

WILLIAMSON, O.E. *The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting.* New York: The Free Press, 1985.

WILLIAMSON, O.E. *The mechanisms of governance*. New York: Oxford University Press, 1996.

WILLIAMSON, O.E. "Transaction cost economics and organization theory". IN: DOSI, G. *et alii, Technology, organization, and competitiveness: perspectives on industrial and corporate change*. Oxford: Oxford University Press, 1998.

WILLIAMSON, O.E., "The Institutions and Governance of Economic Development and Reform"*, World Bank Annual Conference on Development Economics***,** 1999.

WILLIAMSON, O.E., "The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead", *Journal of Economic Literature***,** vol, XXXVIII, September of 2000.

YAMAMOTO, P., "Citrus Nursery Pests". IN: *Proceedings of the 6th International Congress of Citrus Nurserymen.*Ribeirão Preto, 2001.

ZYLBERSZTAJN, D**.** *Estruturas de Governança e Coordenação do Agribusiness: Uma Aplicação da Nova Economia das Instituições***.** Tese de Livre Docência, Faculdade de Economia e Administração- Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

ZYLBERSZTAJN, D., "Estabilidade e Difusão de Arranjos Verticais de Produção: Uma Contribuição Teórica". IN: *Anais do Segundo Seminário Brasileiro da Nova Economia Institucional,* Campinas, Março de 2001.